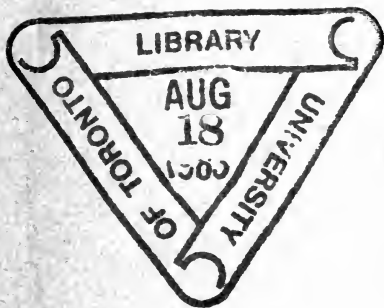






DAVID DUNLAP  
OBSERVATORY  
LIBRARY



THE UNIVERSITY OF  
YORK  
YORK



# AVIS TRÈS IMPORTANT.

---

Depuis 1900, toutes les heures sont exprimées en temps moyen civil compté de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup> et commençant à minuit.

---

La Table suivante donne la concordance entre le temps moyen civil compté de la façon ordinaire de minuit à midi et de midi à minuit, et le temps moyen civil compté de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

| h       |                         | h       |                        |
|---------|-------------------------|---------|------------------------|
| 0.....  | minuit                  | 12..... | midi                   |
| 1.....  | 1 <sup>h</sup> du matin | 13..... | 1 <sup>h</sup> du soir |
| 2.....  | 2    »                  | 14..... | 2    »                 |
| 3.....  | 3    »                  | 15..... | 3    »                 |
| 4.....  | 4    »                  | 16..... | 4    »                 |
| 5.....  | 5    »                  | 17..... | 5    »                 |
| 6.....  | 6    »                  | 18..... | 6    »                 |
| 7.....  | 7    »                  | 19..... | 7    »                 |
| 8.....  | 8    »                  | 20..... | 8    »                 |
| 9.....  | 9    »                  | 21..... | 9    »                 |
| 10..... | 10   »                  | 22..... | 10   »                 |
| 11..... | 11   »                  | 23..... | 11   »                 |

*Nota.* — Le Ministère des Postes et Télégraphes ainsi que plusieurs horaires de chemins de fer, particulièrement à l'Étranger, ont adopté ce mode de division du temps pour éviter les désignations de *matin* et de *soir*, conduisant à des erreurs.

---





MAN

# ANNUAIRE

POUR L'AN 1910,

PUBLIÉ

**PAR LE BUREAU DES LONGITUDES.**

---

Avec des Notices scientifiques.



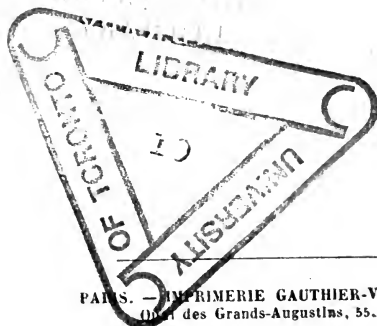
PARIS,

GAUTHIER-VILLARS,

IMPRIMEUR-LIBRAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

739



PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,  
Quai des Grands-Augustins, 55.

P

Alman

1910



## AVERTISSEMENT.

---

Le Bureau des Longitudes, institué par la Convention nationale (loi du 7 messidor an III; 25 juin 1795), se compose de treize membres titulaires, savoir : trois membres de l'Académie des Sciences, cinq astronomes, trois membres appartenant au département de la Marine, un membre appartenant au département de la Guerre, un géographe; d'un artiste ayant rang de titulaire; de trois membres en service extraordinaire; d'un membre adjoint et de deux artistes adjoints. En outre, vingt correspondants sont institués près du Bureau des Longitudes, dont douze peuvent être choisis parmi les savants étrangers (Décrets des 15 mars 1874, 30 avril 1889 et 14 mars 1890.)

Son bureau, nommé chaque année par décret du Président de la République, se compose d'un président, d'un vice-président et d'un secrétaire choisis parmi ses membres titulaires.

Le Bureau des Longitudes rédige et publie, annuellement et trois années à l'avance, la *Connaissance des Temps*, à l'usage des astronomes et des navigateurs, et, depuis 1889, un *Extrait* de la *Connaissance des Temps* à l'usage des écoles d'hydrographie et des marins du commerce. Il rédige, en outre, des *Annales* ainsi qu'un *Annuaire* qui, aux termes de l'article IX de son règlement, doit être « propre à régler ceux de toute la République ».

Il est institué en vue du perfectionnement des diverses branches de la science astronomique et de leurs applications à la géographie, à la navigation et à la physique du globe, ce qui comprend : 1° les améliorations à introduire dans la construction des instruments astronomiques et dans les méthodes d'observation, soit à terre, soit à la mer; 2° la rédaction des instructions concernant les études sur l'astronomie physique, sur les marées et sur le magnétisme terrestre; 3° l'indication et la préparation des missions jugées par le Bureau utiles au progrès des connaissances actuelles sur la figure de la Terre, la physique du globe ou l'astronomie; 4° l'avancement des théories de la mécanique céleste et de leurs applications; le perfectionnement des Tables du Soleil, de la Lune et des planètes; 5° la rédaction et la publication, dans ses *Annales*, des observations astronomiques importantes, communiquées au Bureau par les voyageurs, astronomes, géographes et marins.

Sur la demande du Gouvernement, le Bureau des Longitudes donne son avis : 1° sur les questions concernant l'organisation et le service des observatoires existants, ainsi que sur la fondation de nouveaux observatoires; 2° sur les missions scientifiques confiées aux navigateurs chargés d'expéditions lointaines.

L'*Annuaire*, dont la publication rentre dans les attributions du Bureau des Longitudes, parut, pour la première fois, en 1796; il se rapportait à l'an V (1796-1797). Le présent Volume est donc le 115° de la collection.

Depuis 1900, toutes les dates et heures sont exprimées en temps civil moyen compté de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup> à partir de minuit; la concordance avec l'ancienne division est indiquée sur une Table imprimée sur papier bleu en tête de l'*Annuaire*.

Conformément aux dispositions inaugurées dans

*l'Annuaire* de 1904, le présent *Annuaire* contient des Tableaux détaillés relatifs à la Physique et à la Chimie, et ne contient pas en revanche de données géographiques et statistiques. Ce sera le contraire pour *l'Annuaire* de 1911, qui ne donnera pas les Tableaux physiques et chimiques et où seront développés ceux qui se rapportent à la Métrologie, aux Monnaies, à la Géographie et à la Statistique. La même alternance sera observée désormais.

*Partie astronomique.* — En vertu du même principe, on a inséré dans le présent *Annuaire* le Tableau complet des éléments des petites planètes. Mais on a supprimé le calcul des altitudes par le baromètre, les parallaxes stellaires, les étoiles doubles, les mouvements propres, la spectroscopie stellaire.

Le Tableau des étoiles variables a été dressé par M. Schulhof.

*Partie physique.* — Elle contient : 1° les éléments magnétiques en divers points du globe; 2° des Tableaux permettant la correction et la comparaison des baromètres et des thermomètres; 3° la dilatation des divers liquides; 4° les tensions de vapeur de certains liquides et, en particulier, du mercure; 5° le Tableau des densités de nombreux solides, liquides et mélanges de liquides; 6° des données relatives à la compressibilité des liquides, à l'élasticité des solides, au frottement des solides, à la viscosité des liquides et des gaz; 7° un Tableau de longueurs d'ondes, pour lequel nous devons remercier M. de Gramont; 8° la solubilité de divers corps dans l'eau à 0° ou à 100° et dans l'alcool; 9° le pouvoir diélectrique de plusieurs isolants; 10° on a complété les Tableaux des indices de réfraction des liquides, des chaleurs

spécifiques, des points critiques, des points d'ébullition, des résistances électriques; 11° on a donné un Tableau des pouvoirs rotatoires, auxquels les chimistes attachent depuis quelques années tant d'importance.

*Partie chimique.* — Cette partie renferme le Tableau des corps simples, les données thermochimiques, ainsi que divers Tableaux se rapportant aux principaux alliages, à la composition des différents combustibles, aux pétroles. à l'analyse des vins, bières, etc.

## NOTICES.

*Notice sur la réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel en 1909*, par M. B. Baillaud.

*Les marées de l'écorce et l'élasticité du Globe terrestre*, par M. Ch. Lallemant.

*Tables des Notices de l'Annuaire du Bureau des Longitudes de l'origine à 1910*, par M. G. Bigourdan.

La Commission de l'*Annuaire* :

POINCARÉ, Président.  
BOUQUET DE LA GRYE,  
LIPPMANN,  
RADAU.

## TABLE DES PRINCIPAUX CHAPITRES.

|                             | Pages |
|-----------------------------|-------|
| Calendriers.....            | 3     |
| Phénomènes célestes.....    | 75    |
| Soleil .....                | 95    |
| Lune .....                  | 127   |
| Terre.....                  | 141   |
| Planètes.....               | 178   |
| Planètes télescopiques..... | 183   |
| Satellites.....             | 213   |
| Comètes.....                | 220   |
| Étoiles .....               | 233   |
| Étoiles variables.....      | 613   |

### Données physiques et chimiques.

|   |     |
|---|-----|
| Cartes magnétiques de la France.....                                  | 252 |
| Chaleur et dilatation.....  | 279 |
| Densités.....   | 314 |
| Tensions de vapeurs.....  | 376 |
| Chaleurs spécifiques.....   | 385 |
| Chaleur latente de fusion et de vaporisation..                        | 390 |
| Points critiques des fluides.....                                     | 395 |
| Solubilité.....   | 412 |
| Élasticité des solides.....   | 436 |
| Compressibilité des liquides.....                                     | 438 |
| Capillarité. Viscosité des fluides.....                               | 440 |
| Acoustique.....   | 449 |
| Optique .....   | 451 |
| Électricité, unités C. G. S. et équivalents<br>électrochimiques ..... | 502 |
| Corps simples et poids atomiques.....                                 | 540 |
| Thermochimie .....  | 545 |
| Tableaux divers.....  | 593 |

# SIGNES ET ABBRÉVIATIONS.

## PHASES DE LA LUNE.

● N. L. Nouvelle Lune. | ○ P. L. Pleine Lune.  
 ☾ P. Q. Premier Quartier. | ☾ D. Q. Dernier Quartier.

## ABRÉVIATIONS.

h.. heure. | o.. degré.  
 m. minute } de temps. | '... minute } d'arc.  
 s.. seconde } | "... seconde }

## SIGNES DU ZODIAQUE.

|   |                      |    |                      |                     |
|---|----------------------|----|----------------------|---------------------|
| 0 | ♈ le Bélier.....     | 0  | 6                    | ♎ la Balance... 180 |
| 1 | ♉ le Taureau... 30   | 7  | ♏ le Scorpion.. 210  |                     |
| 2 | ♊ les Gémeaux.. 60   | 8  | ♐ le Sagittaire. 240 |                     |
| 3 | ♋ le Cancer..... 90  | 9  | ♑ le Capricorne 270  |                     |
| 4 | ♌ le Lion..... 120   | 10 | ♒ le Verseau... 300  |                     |
| 5 | ♍ la Vierge..... 150 | 11 | ♓ les Poissons. 330  |                     |

☉ le Soleil. | ☾ la Lune.

## PLANÈTES.

☿ Mercure. | ♂ Mars. | ♅ Uranus.  
 ♀ Vénus. | ♃ Jupiter. | ♆ Neptune.  
 ♁ la Terre. | ♄ Saturne. |

## ASPECTS.

- ☿ Conjonction de deux astres qui ont la même longitude.
- ☐ Quadrature de deux astres dont les longitudes diffèrent de 90°.
- ♌ Opposition de deux astres dont les longitudes diffèrent de 180°.
- ♋ Nœud ascendant.
- ♋ Nœud descendant.

## ARTICLES PRINCIPAUX DU CALENDRIER POUR L'AN 1910

---

Année 1910 du calendrier grégorien, établi en octobre 1582, depuis 327 ans ; elle commence le samedi 1<sup>er</sup> janvier.

1910 du calendrier julien, commence 13 jours plus tard, le vendredi 14 janvier.

1118 du calendrier républicain français, commence le jeudi 23 septembre 1909, et l'an 119 commence le vendredi 23 septembre 1910.

5670 de l'ère des Juifs, commence le jeudi 16 septembre 1909, et l'année 5671 commence le mardi 4 octobre 1910.

1327 de l'hégire, calendrier turc, commence le samedi 23 janvier 1909, et l'année 1328 commence le jeudi 13 janvier 1910, suivant l'usage de Constantinople.

1626 du calendrier copte, commence le samedi 11 septembre 1909, et l'année 1627 commence le dimanche 11 septembre 1910.

46 du 76<sup>e</sup> cycle du calendrier chinois, commence le vendredi 22 janvier 1909, et l'année 47 commence le jeudi 10 février 1910.

6623 de la période julienne.

### Éléments du Comput.

|                    |     |  |                      |   |
|--------------------|-----|--|----------------------|---|
| Nombre d'or.....   | 11  |  | Lettre dominicale .. | B |
| Cycle solaire..... | 15  |  | Indiction romaine .. | 8 |
| Épacte.....        | XIX |  |                      |   |

### Fêtes mobiles et jours fériés.

|                           |  |                                      |
|---------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 <sup>er</sup> janvier.  |  | Lundi de la Pent., 16 mai.           |
| Pâques, 27 mars.          |  | Fête Nationale, 14 juillet.          |
| Lundi de Pâques, 28 mars. |  | Assomption, 15 août.                 |
| Ascension, 5 mai.         |  | Toussaint, 1 <sup>er</sup> novembre. |
| Pentecôte, 15 mai.        |  | Noël, 25 décembre.                   |

**ÉPOQUES, DANS L'ANNÉE GRÉGORIENNE 1910,**  
des fêtes du calendrier

| RUSSE<br>(julien)       | ISRAÉLITE                   | MUSULMAN                | DATES<br>GRÉGORIENNES |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Noël                    |                             |                         | Ven. 7 janv.          |
| J. de l'an              |                             | Jour de l'an            | Jeu. 13 janv.         |
| Épiph.                  |                             |                         | Ven. 14 janv.         |
|                         | Petit Pourim                |                         | Mer. 19 janv.         |
| Septuag.                |                             |                         | Mer. 23 févr.         |
| Cendres                 |                             |                         | Dim. 27 févr.         |
|                         | Jeûne d'Esther              | Naiss. du Proph.        | Mer. 16 mars          |
|                         | Pourim                      |                         | Jeu. 24 mars          |
| Annone.                 |                             |                         | Ven. 25 mars          |
|                         | Pâques                      |                         | Jeu. 7 avril          |
| Pâques                  |                             |                         | Dim. 24 avril         |
| S <sup>t</sup> -Georg.  |                             |                         | Dim. 1 mai            |
| Ascens.                 |                             |                         | Ven. 6 mai            |
|                         | Pentecôte                   |                         | Jeu. 9 juin           |
| Trinité                 |                             |                         | Lun. 13 juin          |
| Toussaint               |                             |                         | Dim. 19 juin          |
| N. s <sup>t</sup> J.-B. |                             |                         | Dim. 26 juin          |
|                         | J <sup>ne</sup> de Tamouz   | Asc. du Proph.          | Jeu. 7 juill.         |
|                         | Jeûne d'Ab                  |                         | Dim. 24 juill.        |
| Transfig.               |                             |                         | Jeu. 4 août           |
|                         |                             |                         | Dim. 14 août          |
| Nat. N.-D.              |                             | 1 <sup>er</sup> ramadan | Ven. 19 août          |
|                         | Nouvel an                   |                         | Mar. 6 sept.          |
|                         |                             |                         | Mer. 21 sept.         |
|                         |                             | 30 ramadan              | Mar. 4 oct.           |
|                         | J <sup>ne</sup> de Gedaliah | Grand Beïram            | Mer. 5 oct.           |
|                         | Expiation                   |                         | Jeu. 6 oct.           |
|                         | Tabernacles                 |                         | Jeu. 13 oct.          |
|                         | Allégresse                  |                         | Mar. 18 oct.          |
|                         |                             |                         | Mer. 26 oct.          |
| Présent.                |                             |                         | Dim. 4 déc.           |
| S <sup>e</sup> -Cath.   |                             |                         | Mer. 7 déc.           |
| Avent                   |                             |                         | Dim. 11 déc.          |
|                         |                             | Petit Beïram            | Mar. 13 déc.          |
|                         | Dédicace                    |                         | Lun. 26 déc.          |



## ANNUAIRE POUR L'ANNÉE GRÉGORIENNE 1910.

---

Dans les Tableaux qui suivent, les dates sont exprimées en *temps moyen civil* de Paris, dont le jour commence à minuit moyen et se compte sans interruption de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup> (1).

Le temps moyen civil à midi vrai est l'heure qu'une pendule bien réglée sur le temps moyen doit marquer lorsque le centre du Soleil vrai est au méridien de Paris, lorsqu'il est midi au *cadran solaire*.

A midi vrai, l'heure vraie est toujours 12 heures ; mais l'heure moyenne ou le temps moyen à midi vrai peut être au-dessus ou au-dessous de 12 heures d'environ un quart d'heure. L'heure moyenne à midi vrai tient, à 1 minute ou 2 près, le milieu entre les heures moyennes du lever et du coucher du Soleil.

La Lune a un grand mouvement propre, d'occident en orient, qui retarde sans cesse son retour au méridien. Le temps qui s'écoule entre deux passages consécutifs de la Lune au méridien est en moyenne de 24<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> 30<sup>s</sup>. Le passage retarde donc d'un jour au suivant d'environ 50<sup>m</sup>. C'est par suite de ce retard que l'on ne trouve pas de passage de la Lune au méridien, de lever ou de coucher, pour certains jours. Ainsi le 25 janvier il n'y a pas de passage de la Lune au méridien, ce qu'indique le trait horizontal. On voit de même que le 3 janvier il n'y a pas de lever de la Lune et que le 18 il n'y a pas de coucher.

Les données fournies dans ces tableaux se rapportent au centre des astres et les levers et couchers à l'horizon vrai de Paris ; pour les planètes, l'unité de distance est la distance moyenne de la Terre au Soleil.

---

(1) Il importe de remarquer ce changement : depuis 1900, le jour civil n'est plus, comme précédemment, partagé en deux parties de douze heures chacune.

## SOLEIL. — Janvier 1910.

Jour du mois

JANVIER  
1910

| JANVIER<br>1910 |                                    | Lever |     | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai |    | Coucher |       | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen |      | DÉCLIN.<br>australe<br>à midi<br>moyen |  |
|-----------------|------------------------------------|-------|-----|--|----|---------|-------|-----------------------------------|------|--|--|
|                 |                                    | h     | m   | h                                      | m  | s       | h     | m                                 | h    | m                                      |  |
| 1               | S. CIRCONCISION.....               | 7.56  | 12. | 3.                                     | 26 |         | 16.11 | 18.44                             | —23. | 4                                      |  |
| 2               | D. S. Macaire.....                 | 7.56  | 12. | 3.                                     | 54 |         | 16.12 | 18.49                             | —22. | 59                                     |  |
| 3               | L. Ste Geneviève....               | 7.56  | 12. | 4.                                     | 22 |         | 16.13 | 18.53                             | —22. | 53                                     |  |
| 4               | M. S. Rigobert.....                | 7.56  | 12. | 4.                                     | 50 |         | 16.14 | 18.58                             | —22. | 47                                     |  |
| 5               | M. S. Siméon Stylite.              | 7.56  | 12. | 5.                                     | 17 |         | 16.15 | 19. 2                             | —22. | 41                                     |  |
| 6               | J. EPIPHANIE.....                  | 7.55  | 12. | 5.                                     | 44 |         | 16.16 | 19. 6                             | —22. | 34                                     |  |
| 7               | V. Noces.....                      | 7.55  | 12. | 6.                                     | 10 |         | 16.18 | 19.11                             | —22. | 27                                     |  |
| 8               | S. S. Lucien, m.....               | 7.55  | 12. | 6.                                     | 36 |         | 16.19 | 19.15                             | —22. | 20                                     |  |
| 9               | <sup>1</sup> D. S. Julien, m.....  | 7.54  | 12. | 7.                                     | 2  |         | 16.20 | 19.20                             | —22. | 12                                     |  |
| 10              | L. S. Guillaume.....               | 7.54  | 12. | 7.                                     | 27 |         | 16.21 | 19.24                             | —22. | 3                                      |  |
| 11              | M. S. Théodose le C.               | 7.53  | 12. | 7.                                     | 51 |         | 16.23 | 19.28                             | —21. | 54                                     |  |
| 12              | M. S. Arcade .....                 | 7.53  | 12. | 8.                                     | 15 |         | 16.24 | 19.33                             | —21. | 45                                     |  |
| 13              | J. Bapt. de J.-C.....              | 7.52  | 12. | 8.                                     | 38 |         | 16.25 | 19.37                             | —21. | 35                                     |  |
| 14              | V. S. Hilaire... ..                | 7.52  | 12. | 9.                                     | 1  |         | 16.27 | 19.41                             | —21. | 25                                     |  |
| 15              | S. S. Maur.....                    | 7.51  | 12. | 9.                                     | 23 |         | 16.28 | 19.46                             | —21. | 14                                     |  |
| 16              | <sup>2</sup> D. S. Marcel. pape... | 7.50  | 12. | 9.                                     | 44 |         | 16.29 | 19.50                             | —21. | 3                                      |  |
| 17              | L. S. Antoine .....                | 7.50  | 12. | 10.                                    | 5  |         | 16.31 | 19.54                             | —20. | 52                                     |  |
| 18              | M. Ch. de S. Pierre..              | 7.49  | 12. | 10.                                    | 25 |         | 16.32 | 19.58                             | —20. | 40                                     |  |
| 19              | M. S. Pontien.....                 | 7.48  | 12. | 10.                                    | 44 |         | 16.34 | 20. 3                             | —20. | 28                                     |  |
| 20              | J. S. Sébastien.....               | 7.47  | 12. | 11.                                    | 2  |         | 16.35 | 20. 7                             | —20. | 15                                     |  |
| 21              | V. Ste Agnès .....                 | 7.46  | 12. | 11.                                    | 20 |         | 16.37 | 20.11                             | —20. | 2                                      |  |
| 22              | S. S. Vincent .....                | 7.45  | 12. | 11.                                    | 36 |         | 16.38 | 20.15                             | —19. | 49                                     |  |
| 23              | D. Septuagesime...                 | 7.44  | 12. | 11.                                    | 52 |         | 16.40 | 20.20                             | —19. | 35                                     |  |
| 24              | L. S. Babylas, év....              | 7.43  | 12. | 12.                                    | 8  |         | 16.42 | 20.24                             | —19. | 21                                     |  |
| 25              | M. Conv. de S. Paul.               | 7.42  | 12. | 12.                                    | 22 |         | 16.43 | 20.28                             | —19. | 7                                      |  |
| 26              | M. S. Polycarpe, év..              | 7.41  | 12. | 12.                                    | 36 |         | 16.45 | 20.32                             | —18. | 52                                     |  |
| 27              | J. S. Jean Chrysost.               | 7.40  | 12. | 12.                                    | 49 |         | 16.46 | 20.36                             | —18. | 37                                     |  |
| 28              | V. S. Charlemagne...               | 7.39  | 12. | 13.                                    | 1  |         | 16.48 | 20.40                             | —18. | 21                                     |  |
| 29              | S. S. Franç. de Sales              | 7.38  | 12. | 13.                                    | 12 |         | 16.50 | 20.45                             | —18. | 5                                      |  |
| 30              | D. Sexagesime.....                 | 7.37  | 12. | 13.                                    | 22 |         | 16.51 | 20.49                             | —17. | 49                                     |  |
| 31              | L. Ste Marcelle.....               | 7.35  | 12. | 13.                                    | 32 |         | 16.53 | 20.53                             | —17. | 33                                     |  |

Le jour est de 8<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 9<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> le 31.Il croît pendant ce mois de 1<sup>h</sup> 3<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## LUNE. — Janvier 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 22.27             | 4.28                      | 11.23   | 21   | 11. 0               | +12. 5      | 55. 8"    |
| 2            | 23.33             | 5.10                      | 11.40   | 22   | 11.44               | + 7. 7      | 54.40     |
| 3            |                   | 5.50                      | 11.55   | 23   | 12.28               | + 1.58      | 54.22     |
| 4            | 0.38              | 6.30                      | 12.11   | 24   | 13.10               | — 3.12      | 54.13     |
| 5            | 1.43              | 7.10                      | 12.27   | 25   | 13.53               | — 8.15      | 54.16     |
| 6            | 2.50              | 7.53                      | 12.46   | 26   | 14.38               | —13. 2      | 54.28     |
| 7            | 3.59              | 8.38                      | 13. 8   | 27   | 15.24               | —17.23      | 54.50     |
| 8            | 5. 9              | 9.26                      | 13.37   | 28   | 16.14               | —21. 4      | 55.19     |
| 9            | 6.18              | 10.18                     | 14.15   | 29   | 17. 7               | —23.52      | 55.54     |
| 10           | 7.22              | 11.14                     | 15. 4   | 30   | 18. 3               | —25.32      | 56.31     |
| 11           | 8.18              | 12.11                     | 16. 6   | 1    | 19. 1               | —25.49      | 57. 9     |
| 12           | 9. 3              | 13. 8                     | 17.19   | 2    | 20. 0               | —24.38      | 57.44     |
| 13           | 9.38              | 14. 3                     | 18.38   | 3    | 20.59               | —21.58      | 58.14     |
| 14           | 10. 6             | 14.57                     | 19.59   | 4    | 21.55               | —18. 0      | 58.39     |
| 15           | 10.29             | 15.47                     | 21.19   | 5    | 22.50               | —13. 1      | 58.56     |
| 16           | 10.49             | 16.37                     | 22.39   | 6    | 23.42               | — 7.18      | 59. 7     |
| 17           | 11. 8             | 17.25                     | 23.58   | 7    | 0.33                | — 1.12      | 59.13     |
| 18           | 11.27             | 18.14                     |         | 8    | 1.24                | + 4.57      | 59.13     |
| 19           | 11.49             | 19. 5                     | 1.18    | 9    | 2.16                | +10.51      | 59. 9     |
| 20           | 12.15             | 19.59                     | 2.39    | 10   | 3.10                | +16.11      | 59. 1     |
| 21           | 12.47             | 20.55                     | 3.59    | 11   | 4. 6                | +20.36      | 58.48     |
| 22           | 13.28             | 21.54                     | 5.17    | 12   | 5. 4                | +23.50      | 58.31     |
| 23           | 14.21             | 22.53                     | 6.25    | 13   | 6. 5                | +25.36      | 58. 8     |
| 24           | 15.24             | 23.50                     | 7.22    | 14   | 7. 5                | +25.48      | 57.41     |
| 25           | 16.35             |                           | 8. 6    | 15   | 8. 4                | +24.29      | 57.10     |
| 26           | 17.48             | 0.44                      | 8.40    | 16   | 9. 0                | +21.51      | 56.36     |
| 27           | 19. 0             | 1.34                      | 9. 6    | 17   | 9.53                | +18. 9      | 56. 2     |
| 28           | 20.10             | 2.21                      | 9.26    | 18   | 10.42               | +13.42      | 55.28     |
| 29           | 21.17             | 3. 4                      | 9.44    | 19   | 11.28               | + 8.47      | 54.59     |
| 30           | 22.23             | 3.45                      | 10. 0   | 20   | 12.12               | + 3.37      | 54.35     |
| 31           | 23.29             | 4.25                      | 10.15   | 21   | 12.55               | — 1.37      | 54.19     |

D. Q. le 3 à 13<sup>h</sup>36<sup>m</sup>N. L. le 11 à 12<sup>h</sup> 0<sup>m</sup>P. Q. le 18 à 10<sup>h</sup>29<sup>m</sup>P. L. le 25 à 12<sup>h</sup> 0<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Février 1910.

| Jour du mois | FÉVRIER<br>1910 |                         | TEMPERATURE |                               |   |   |              | ASC.                       |                             | DÉCLIN. |   |
|--------------|-----------------|-------------------------|-------------|-------------------------------|---|---|--------------|----------------------------|-----------------------------|---------|---|
|              |                 |                         | LEVER       | moyen<br>civil<br>à midi vrai |   |   | COT-<br>CHER | droitte<br>à midi<br>moyen | australe<br>à midi<br>moyen |         |   |
|              |                 |                         |             | h                             | m | s |              |                            | h                           | m       | h |
| 1            | M.              | S. Ignace.....          | 7.33        | 12.13.41                      |   |   | 16.54        | 20.57                      |                             | —17.16  |   |
| 2            | M.              | PURIFICATION.....       | 7.32        | 12.13.49                      |   |   | 16.56        | 21.1                       |                             | —16.59  |   |
| 3            | J.              | S. Blaise.....          | 7.31        | 12.13.56                      |   |   | 16.58        | 21.5                       |                             | —16.42  |   |
| 4            | V.              | S. Gilbert.....         | 7.29        | 12.14.2                       |   |   | 16.59        | 21.9                       |                             | —16.24  |   |
| 5            | S.              | Ste Agathe.....         | 7.28        | 12.14.8                       |   |   | 17.1         | 21.13                      |                             | —16.6   |   |
| 6            | D.              | Quinquagésime.....      | 7.26        | 12.14.13                      |   |   | 17.3         | 21.17                      |                             | —15.48  |   |
| 7            | L.              | S. Remwald.....         | 7.25        | 12.14.17                      |   |   | 17.5         | 21.21                      |                             | —15.30  |   |
| 8            | M.              | Mardi gras.....         | 7.23        | 12.14.20                      |   |   | 17.6         | 21.25                      |                             | —15.11  |   |
| 9            | M.              | Les Cendres.....        | 7.22        | 12.14.23                      |   |   | 17.8         | 21.29                      |                             | —14.52  |   |
| 10           | J.              | Ste Scholastique.....   | 7.20        | 12.14.24                      |   |   | 17.9         | 21.33                      |                             | —14.33  |   |
| 11           | V.              | S. Séverin.....         | 7.18        | 12.14.25                      |   |   | 17.11        | 21.37                      |                             | —14.13  |   |
| 12           | S.              | Ste Eulalie.....        | 7.17        | 12.14.25                      |   |   | 17.13        | 21.41                      |                             | —13.53  |   |
| 13           | <sup>1</sup> D. | Quadragesime.....       | 7.15        | 12.14.25                      |   |   | 17.14        | 21.45                      |                             | —13.33  |   |
| 14           | L.              | S. Valentin.....        | 7.13        | 12.14.23                      |   |   | 17.16        | 21.49                      |                             | —13.13  |   |
| 15           | M.              | SS Faustin, Jovite..... | 7.12        | 12.14.21                      |   |   | 17.18        | 21.53                      |                             | —12.53  |   |
| 16           | M.              | S. Onésime...Q.T.....   | 7.10        | 12.14.18                      |   |   | 17.19        | 21.57                      |                             | —12.32  |   |
| 17           | J.              | S. Théodule.....        | 7.8         | 12.14.14                      |   |   | 17.21        | 22.1                       |                             | —12.11  |   |
| 18           | V.              | S. Siméon, év.....      | 7.7         | 12.14.10                      |   |   | 17.23        | 22.4                       |                             | —11.50  |   |
| 19           | S.              | S. Gabin.....           | 7.5         | 12.14.5                       |   |   | 17.24        | 22.8                       |                             | —11.29  |   |
| 20           | <sup>2</sup> D. | Reminiscere.....        | 7.3         | 12.13.59                      |   |   | 17.26        | 22.12                      |                             | —11.8   |   |
| 21           | L.              | S. Pepin.....           | 7.1         | 12.13.52                      |   |   | 17.28        | 22.16                      |                             | —10.46  |   |
| 22           | M.              | Ste Isabelle.....       | 6.59        | 12.13.45                      |   |   | 17.29        | 22.20                      |                             | —10.25  |   |
| 23           | M.              | S. Mérault, abbé.....   | 6.57        | 12.13.37                      |   |   | 17.31        | 22.24                      |                             | —10.3   |   |
| 24           | J.              | S. Mathias.....         | 6.55        | 12.13.29                      |   |   | 17.32        | 22.27                      |                             | —9.41   |   |
| 25           | V.              | S. Taraise.....         | 6.53        | 12.13.20                      |   |   | 17.34        | 22.31                      |                             | —9.19   |   |
| 26           | S.              | S. Nestor.....          | 6.59        | 12.13.10                      |   |   | 17.36        | 22.35                      |                             | —8.56   |   |
| 27           | <sup>3</sup> D. | Oculi.....              | 6.50        | 12.13.0                       |   |   | 17.37        | 22.39                      |                             | —8.34   |   |
| 28           | L.              | S. Romain.....          | 6.48        | 12.12.49                      |   |   | 17.39        | 22.42                      |                             | —8.11   |   |

Le jour est de 9<sup>h</sup> 21 le 1<sup>er</sup> et de 10<sup>h</sup> 51<sup>m</sup> le 28.

Il croît pendant ce mois de 1<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## LUNE. — Février 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            |                   | 5. 5                      | 10.31   | 22   | 13.38               | — 6.45      | 54'.13"   |
| 2            | 0.35              | 5.47                      | 10.48   | 23   | 14.22               | —11.38      | 54'.16    |
| 3            | 1.42              | 6.30                      | 11. 9   | 24   | 15. 7               | —16. 7      | 54'.30    |
| 4            | 2.51              | 7.16                      | 11.34   | 25   | 15.55               | —20. 0      | 54'.55    |
| 5            | 4. 0              | 8. 6                      | 12. 7   | 26   | 16.46               | —23. 7      | 55'.29    |
| 6            | 5. 6              | 8.59                      | 12.51   | 27   | 17.41               | —25.11      | 56'.10    |
| 7            | 6. 5              | 9.56                      | 13.47   | 28   | 18.38               | —25.59      | 56'.56    |
| 8            | 6.55              | 10.53                     | 14.56   | 29   | 19.37               | —25.20      | 57'.43    |
| 9            | 7.35              | 11.51                     | 16.14   | 30   | 20.36               | —23. 9      | 58'.28    |
| 10           | 8. 6              | 12.46                     | 17.37   | 1    | 21.35               | —19.32      | 59. 7     |
| 11           | 8.31              | 13.39                     | 19. 0   | 2    | 22.31               | —14.43      | 59.37     |
| 12           | 8.53              | 14.31                     | 20.23   | 3    | 23.26               | — 9. 0      | 59.54     |
| 13           | 9.13              | 15.21                     | 21.45   | 4    | 0.19                | — 2.46      | 59.59     |
| 14           | 9.32              | 16.11                     | 23. 7   | 5    | 1.11                | + 3.37      | 59.52     |
| 15           | 9.53              | 17. 2                     |         | 6    | 2. 3                | + 9.45      | 59.37     |
| 16           | 10.18             | 17.55                     | 0.29    | 7    | 2.57                | +15.18      | 59.15     |
| 17           | 10.47             | 18.50                     | 1.50    | 8    | 3.53                | +19.57      | 58.48     |
| 18           | 11.25             | 19.48                     | 3. 7    | 9    | 4.50                | +23.25      | 58.19     |
| 19           | 12.14             | 20.46                     | 4.18    | 10   | 5.50                | +25.30      | 57.50     |
| 20           | 13.13             | 21.42                     | 5.17    | 11   | 6.49                | +26. 3      | 57.20     |
| 21           | 14.20             | 22.37                     | 6. 4    | 12   | 7.47                | +25. 7      | 56.50     |
| 22           | 15.32             | 23.27                     | 6.40    | 13   | 8.44                | +22.49      | 56.21     |
| 23           | 16.44             |                           | 7. 8    | 14   | 9.36                | +19.25      | 55.53     |
| 24           | 17.54             | 0.15                      | 7.30    | 15   | 10.26               | +15.10      | 55.26     |
| 25           | 19. 3             | 0.59                      | 7.49    | 16   | 11.13               | +10.20      | 55. 1     |
| 26           | 20.10             | 1.41                      | 8. 5    | 17   | 11.58               | + 5.11      | 54.39     |
| 27           | 21.16             | 2.21                      | 8.20    | 18   | 12.41               | — 0. 6      | 54.22     |
| 28           | 22.22             | 3. 1                      | 8.35    | 19   | 13.24               | — 5.20      | 54.11     |

D. Q. le 2 à 11<sup>h</sup>36<sup>m</sup>N. L. le 10 à 1<sup>h</sup>22<sup>m</sup>P. Q. le 16 à 18<sup>h</sup>41<sup>m</sup>P. L. le 24 à 3<sup>h</sup>45<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Mars 1910.

| Jour du mois | MARS<br>1910                 | SOLEIL. — Mars 1910. |  |              |                                   |      |       | DÉCLIN.<br>australe<br>ou<br>boréale<br>à midi<br>moyen |
|--------------|------------------------------|----------------------|--|--------------|-----------------------------------|------|-------|---|
|              |                              | LEVER                | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai | COU-<br>CHER | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen |      |       |   |
|              |                              |                      |  |              | h m                               | h m  | o ' " |   |
| 1            | M. S. Aubin.....             | 6.46                 | 12.12.38                               | 17.40        | 22.46                             | —    | 7.49  |   |
| 2            | M. S. Simplicie.....         | 6.44                 | 12.12.26                               | 17.42        | 22.50                             | —    | 7.26  |   |
| 3            | J. Ste Cunégonde...          | 6.42                 | 12.12.14                               | 17.44        | 22.54                             | —    | 7. 3  |   |
| 4            | V. S. Casimir.....           | 6.40                 | 12.12. 1                               | 17.45        | 22.57                             | —    | 6.40  |   |
| 5            | S. S. Adrien.....            | 6.38                 | 12.11.48                               | 17.47        | 23. 1                             | —    | 6.17  |   |
| 6            | <sup>4</sup> D. Lactare..... | 6.36                 | 12.11.34                               | 17.48        | 23. 5                             | —    | 5.54  |   |
| 7            | L. S. Thomas d'Aq..          | 6.34                 | 12.11.20                               | 17.50        | 23. 9                             | —    | 5.31  |   |
| 8            | M. S. Philémon ....          | 6.32                 | 12.11. 6                               | 17.52        | 23.12                             | —    | 5. 7  |   |
| 9            | M. Ste Françoise....         | 6.31                 | 12.10.51                               | 17.53        | 23.16                             | —    | 4.44  |   |
| 10           | J. S. Doctrovec, ab.         | 6.28                 | 12.10.36                               | 17.55        | 23.20                             | —    | 4.20  |   |
| 11           | V. S. Euloge.....            | 6.26                 | 12.10.20                               | 17.56        | 23.23                             | —    | 3.57  |   |
| 12           | S. S. Pol de Léon....        | 6.24                 | 12.10. 4                               | 17.58        | 23.27                             | —    | 3.33  |   |
| 13           | D. Passion ....              | 6.21                 | 12. 9.48                               | 17.59        | 23.31                             | —    | 3.10  |   |
| 14           | L. S. Lubin, év....          | 6.19                 | 12. 9.32                               | 18. 1        | 23.34                             | —    | 2.46  |   |
| 15           | M. S. Longin, m....          | 6.17                 | 12. 9.15                               | 18. 2        | 23.38                             | —    | 2.22  |   |
| 16           | M. S. Cyriaque.....          | 6.15                 | 12. 8.58                               | 18. 4        | 23.42                             | —    | 1.59  |   |
| 17           | J. S. Patrice.....           | 6.13                 | 12. 8.41                               | 18. 5        | 23.45                             | —    | 1.35  |   |
| 18           | V. S. Alexandre....          | 6.11                 | 12. 8.23                               | 18. 7        | 23.49                             | —    | 1.11  |   |
| 19           | S. S. Joseph.....            | 6. 9                 | 12. 8. 6                               | 18. 8        | 23.53                             | —    | 0.48  |   |
| 20           | D. Rameaux ....              | 6. 7                 | 12. 7.48                               | 18.10        | 23.56                             | —    | 0.24  |   |
| 21           | L. S. Benoît.....            | 6. 5                 | 12. 7.30                               | 18.11        | 0. 0                              | 0. 0 |       |   |
| 22           | M. S. Epaphrodite...         | 6. 3                 | 12. 7.12                               | 18.13        | 0. 4                              | +    | 0.23  |   |
| 23           | M. S. Victorien.....         | 6. 0                 | 12. 6.54                               | 18.14        | 0. 7                              | +    | 0.47  |   |
| 24           | J. S. Simon, m....           | 5.58                 | 12. 6.35                               | 18.16        | 0.11                              | +    | 1.11  |   |
| 25           | V. Vendredi Saint.           | 5.56                 | 12. 6.17                               | 18.17        | 0.15                              | +    | 1.34  |   |
| 26           | S. S. Bertillon.....         | 5.54                 | 12. 5.58                               | 18.19        | 0.18                              | +    | 1.58  |   |
| 27           | D. PAQUES.....               | 5.52                 | 12. 5.40                               | 18.20        | 0.22                              | +    | 2.22  |   |
| 28           | L. S. Gontran, roi..         | 5.50                 | 12. 5.22                               | 18.22        | 0.25                              | +    | 2.45  |   |
| 29           | M. S. Eustase, abbé.         | 5.48                 | 12. 5. 3                               | 18.23        | 0.29                              | +    | 3. 8  |   |
| 30           | M. S. Rieul.....             | 5.46                 | 12. 4.45                               | 18.25        | 0.33                              | +    | 3.32  |   |
| 31           | J. Ste Balbine.....          | 5.43                 | 12. 4.26                               | 18.26        | 0.36                              | +    | 3.55  |   |

Le jour est de 10<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 12<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> le 31.  
Il croît pendant ce mois de 1<sup>h</sup> 49<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## LUNE. — Mars 1910.

| JOUR du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 23.29             | 3.42                      | 8.52    | 20   | 14. 7               | -10.20      | 54. 7"    |
| 2            |                   | 4.24                      | 9.11    | 21   | 14.52               | -14.58      | 54.12     |
| 3            | 0.36              | 5. 9                      | 9.33    | 22   | 15.39               | -19. 3      | 54.26     |
| 4            | 1.44              | 5.56                      | 10. 2   | 23   | 16.28               | -22.24      | 54.51     |
| 5            | 2.51              | 6.47                      | 10.40   | 24   | 17.20               | -24.49      | 55.25     |
| 6            | 3.52              | 7.41                      | 11.29   | 25   | 18.16               | -26. 4      | 56. 9     |
| 7            | 4.46              | 8.37                      | 12.32   | 26   | 19.13               | -25.59      | 56.59     |
| 8            | 5.29              | 9.34                      | 13.45   | 27   | 20.11               | -24.25      | 57.54     |
| 9            | 6. 4              | 10.30                     | 15. 6   | 28   | 21.10               | -21.22      | 58.48     |
| 10           | 6.31              | 11.25                     | 16.30   | 29   | 22. 7               | -16.58      | 59.38     |
| 11           | 6.54              | 12.18                     | 17.55   | 1    | 23. 3               | -11.28      | 60.17     |
| 12           | 7.15              | 13.10                     | 19.20   | 2    | 23.57               | - 5.12      | 60.42     |
| 13           | 7.35              | 14. 2                     | 20.45   | 3    | 0.51                | + 1.24      | 60.50     |
| 14           | 7.56              | 14.54                     | 22.11   | 4    | 1.45                | + 7.55      | 60.42     |
| 15           | 8.19              | 15.48                     | 23.35   | 5    | 2.40                | +13.56      | 60.18     |
| 16           | 8.47              | 16.45                     |         | 6    | 3.37                | +19. 3      | 59.44     |
| 17           | 9.23              | 17.42                     | 0.57    | 7    | 4.36                | +22.57      | 59. 2     |
| 18           | 10. 9             | 18.41                     | 2.12    | 8    | 5.36                | +25.25      | 58.18     |
| 19           | 11. 5             | 19.38                     | 3.15    | 9    | 6.36                | +26.18      | 57.35     |
| 20           | 12.10             | 20.33                     | 4. 6    | 10   | 7.35                | +25.40      | 56.54     |
| 21           | 13.20             | 21.24                     | 4.44    | 11   | 8.31                | +23.39      | 56.17     |
| 22           | 14.32             | 22.12                     | 5.13    | 12   | 9.24                | +20.29      | 55.45     |
| 23           | 15.43             | 22.56                     | 5.36    | 13   | 10.14               | +16.25      | 55.17     |
| 24           | 16.51             | 23.39                     | 5.55    | 14   | 11. 1               | +11.44      | 54.53     |
| 25           | 17.58             |                           | 6.12    | 15   | 11.45               | + 6.38      | 54.33     |
| 26           | 19. 5             | 0.19                      | 6.27    | 16   | 12.29               | + 1.21      | 54.18     |
| 27           | 20.11             | 0.59                      | 6.41    | 17   | 13.12               | - 3.57      | 54. 7     |
| 28           | 21.18             | 1.39                      | 6.57    | 18   | 13.55               | - 9. 5      | 54. 1     |
| 29           | 22.25             | 2.21                      | 7.15    | 19   | 14.39               | -13.52      | 54. 1     |
| 30           | 23.33             | 3. 4                      | 7.35    | 20   | 15.25               | -18. 9      | 54. 9     |
| 31           |                   | 3.51                      | 8. 1    | 21   | 16.13               | -21.44      | 54.24     |

D. Q. le 4 à 8<sup>h</sup> 1<sup>m</sup>N. L. le 11 à 12<sup>h</sup> 21<sup>m</sup>P. Q. le 18 à 3<sup>h</sup> 46<sup>m</sup>P. L. le 25 à 20<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Avril 1910.

| AVRIL<br>1910 |                                 | LEVER | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai | COU-<br>CHER | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen | DÉCLIN.<br>boréale<br>à midi<br>moyen. |
|---------------|---------------------------------|-------|--|--------------|-----------------------------------|--|
|               |                                 | h m   | h m s                                  | h m          | h m                               | °                                      |
| 1             | V. S. Valéry.....               | 5.41  | 12. 4. 8                               | 18.28        | 0.40                              | + 4.18                                 |
| 2             | S. S. François de P.            | 5.39  | 12. 3.50                               | 18.29        | 0.44                              | + 4.41                                 |
| 3             | <sup>1</sup> D. Quasimodo.....  | 5.37  | 12. 3.32                               | 18.31        | 0.47                              | + 5. 5                                 |
| 4             | L. Annonciation...              | 5.35  | 12. 3.14                               | 18.32        | 0.51                              | + 5.28                                 |
| 5             | M. Ste Irène, v. m...           | 5.33  | 12. 2.57                               | 18.34        | 0.55                              | + 5.50                                 |
| 6             | M. S. Célestin, pape.           | 5.31  | 12. 2.39                               | 18.35        | 0.58                              | + 6.13                                 |
| 7             | J. S. Hégésippe.....            | 5.29  | 12. 2.22                               | 18.37        | 1. 2                              | + 6.36                                 |
| 8             | V. S. Edèse.....                | 5.27  | 12. 2. 5                               | 18.38        | 1. 6                              | + 6.58                                 |
| 9             | S. Ste Marie égypt.             | 5.25  | 12. 1.48                               | 18.40        | 1. 9                              | + 7.21                                 |
| 10            | <sup>2</sup> D. S. Fulbert..... | 5.23  | 12. 1.32                               | 18.41        | 1.13                              | + 7.43                                 |
| 11            | L. S. Léon le Grand.            | 5.21  | 12. 1.15                               | 18.43        | 1.17                              | + 8. 5                                 |
| 12            | M. S. Jules, pape....           | 5.19  | 12. 0.59                               | 18.44        | 1.20                              | + 8.28                                 |
| 13            | M. S. Justin.....               | 5.17  | 12. 0.43                               | 18.46        | 1.24                              | + 8.49                                 |
| 14            | J. S. Tiburce.....              | 5.15  | 12. 0.28                               | 18.47        | 1.28                              | + 9.11                                 |
| 15            | V. S. Paterne.....              | 5.13  | 12. 0.13                               | 18.49        | 1.31                              | + 9.33                                 |
| 16            | S. S. Fructueux.....            | 5.11  | 11.59.58                               | 18.50        | 1.35                              | + 9.54                                 |
| 17            | <sup>3</sup> D. S. Anicet.....  | 5. 9  | 11.59.44                               | 18.51        | 1.39                              | +10.16                                 |
| 18            | L. S. Parfait.....              | 5. 7  | 11.59.29                               | 18.53        | 1.42                              | +10.37                                 |
| 19            | M. S. Timon.....                | 5. 5  | 11.59.16                               | 18.54        | 1.46                              | +10.58                                 |
| 20            | M. S. Théotime, év.             | 5. 3  | 11.59. 2                               | 18.56        | 1.50                              | +11.18                                 |
| 21            | J. S. Anselme.....              | 5. 1  | 11.58.49                               | 18.57        | 1.54                              | +11.39                                 |
| 22            | V. S. Soter, pape....           | 5. 0  | 11.58.37                               | 18.59        | 1.57                              | +11.59                                 |
| 23            | S. S. Georges.....              | 4.58  | 11.58.25                               | 19. 0        | 2. 1                              | +12.20                                 |
| 24            | <sup>4</sup> D. Ste Beuve.....  | 4.56  | 11.58.13                               | 19. 1        | 2. 5                              | +12.40                                 |
| 25            | L. S. Marc, évang...            | 4.54  | 11.58. 2                               | 19. 3        | 2. 8                              | +12.59                                 |
| 26            | M. S. Clet, pape....            | 4.52  | 11.57.51                               | 19. 5        | 2.12                              | +13.19                                 |
| 27            | M. S. Anthime, év...            | 4.50  | 11.57.41                               | 19. 6        | 2.16                              | +13.38                                 |
| 28            | J. S. Vital.....                | 4.48  | 11.57.31                               | 19. 8        | 2.20                              | +13.57                                 |
| 29            | V. S. Robert, abbé.             | 4.46  | 11.57.23                               | 19. 9        | 2.24                              | +14.16                                 |
| 30            | S. S. Eutrope.....              | 4.45  | 11.57.13                               | 19.11        | 2.27                              | +14.35                                 |

Le jour est de 12<sup>h</sup>47<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 14<sup>h</sup>26<sup>m</sup> le 30.

Il croît pendant ce mois de 1<sup>h</sup>39<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.



## LUNE. — Avril 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 0.40              | 4.40                      | 8.35    | 22   | 17. 4               | —24.26'     | 54.47"    |
| 2            | 1.43              | 5.31                      | 9.19    | 23   | 17.58               | —26. 3      | 55.20     |
| 3            | 2.39              | 6.25                      | 10.14   | 24   | 18.53               | —26.24      | 56. 1     |
| 4            | 3.25              | 7.20                      | 11.21   | 25   | 19.50               | —25.23      | 56.50     |
| 5            | 4. 2              | 8.15                      | 12.37   | 26   | 20.47               | —22.56      | 57.45     |
| 6            | 4.31              | 9. 9                      | 13.58   | 27   | 21.43               | —19. 7      | 58.43     |
| 7            | 4.55              | 10. 2                     | 15.22   | 28   | 22.38               | —14. 7      | 59.39     |
| 8            | 5.16              | 10.54                     | 16.47   | 29   | 23.33               | — 8.10      | 60.27     |
| 9            | 5.36              | 11.46                     | 18.13   | 1    | 0.27                | — 1.37      | 61. 1     |
| 10           | 5.56              | 12.39                     | 19.40   | 2    | 1.21                | + 5. 7      | 61.19     |
| 11           | 6.18              | 13.34                     | 21. 8   | 3    | 2.17                | +11.36      | 61.16     |
| 12           | 6.45              | 14.31                     | 22.35   | 4    | 3.15                | +17.20      | 60.54     |
| 13           | 7.18              | 15.31                     | 23.57   | 5    | 4.15                | +21.55      | 60.17     |
| 14           | 8. 1              | 16.32                     |         | 6    | 5.17                | +25. 0      | 59.29     |
| 15           | 8.55              | 17.32                     | 1. 8    | 7    | 6.19                | +26.25      | 58.36     |
| 16           | 10. 0             | 18.28                     | 2. 4    | 8    | 7.20                | +26.10      | 57.42     |
| 17           | 11.10             | 19.21                     | 2.47    | 9    | 8.18                | +24.26      | 56.52     |
| 18           | 12.22             | 20.10                     | 3.19    | 10   | 9.12                | +21.29      | 56. 7     |
| 19           | 13.33             | 20.56                     | 3.43    | 11   | 10. 2               | +17.34      | 55.28     |
| 20           | 14.42             | 21.38                     | 4. 3    | 12   | 10.50               | +13. 0      | 54.57     |
| 21           | 15.49             | 22.19                     | 4.20    | 13   | 11.35               | + 7.59      | 54.33     |
| 22           | 16.55             | 22.58                     | 4.35    | 14   | 12.18               | + 2.44      | 54.16     |
| 23           | 18. 1             | 23.38                     | 4.49    | 15   | 13. 1               | — 2.35      | 54. 4     |
| 24           | 19. 8             |                           | 5. 4    | 16   | 13.44               | — 7.47      | 53.59     |
| 25           | 20.15             | 0.19                      | 5.21    | 17   | 14.27               | —12.43      | 53.58     |
| 26           | 21.24             | 1. 2                      | 5.40    | 18   | 15.13               | —17.11      | 54. 3     |
| 27           | 22.32             | 1.47                      | 6. 4    | 19   | 16. 1               | —21. 0      | 54.13     |
| 28           | 23.36             | 2.36                      | 6.35    | 20   | 16.51               | —23.58      | 54.29     |
| 29           |                   | 3.26                      | 7.14    | 21   | 17.43               | —25.53      | 54.52     |
| 30           | 0.34              | 4.19                      | 8. 5    | 22   | 18.38               | —26.35      | 55.22     |

D. Q. le 3 à 0<sup>h</sup>57<sup>m</sup>N. L. le 9 à 21<sup>h</sup>34<sup>m</sup>P. Q. le 16 à 14<sup>h</sup>13<sup>m</sup>P. L. le 24 à 13<sup>h</sup>32<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Mai 1910.

| Jour du mois. | MAI<br>1910                          | SOLEIL. — Mai 1910. |  |              |                                   |                                       |
|---------------|--------------------------------------|---------------------|--|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|               |                                      | LEVER               | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai | COU-<br>CHER | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen | DÉCLIN.<br>boréale<br>à midi<br>moyen |
|               |                                      | h m                 | h m s                                  | h m          | h m                               | °                                     |
| 1             | <sup>5</sup> D. SS. Jacq. et Philip. | 4.43                | 11.57.5                                | 19.12        | 2.31                              | +14.53                                |
| 2             | L. <i>Rogations</i> .....            | 4.41                | 11.56.58                               | 19.13        | 2.35                              | +15.12                                |
| 3             | M. Inv. Ste Croix....                | 4.40                | 11.56.51                               | 19.15        | 2.39                              | +15.29                                |
| 4             | M. Ste Monique. ...                  | 4.38                | 11.56.44                               | 19.16        | 2.43                              | +15.47                                |
| 5             | J. ASCENSION .....                   | 4.36                | 11.56.38                               | 19.18        | 2.47                              | +16.5                                 |
| 6             | V. S. Jean P.-Latine                 | 4.35                | 11.56.33                               | 19.20        | 2.50                              | +16.22                                |
| 7             | S. S. Stanislas .....                | 4.33                | 11.56.28                               | 19.21        | 2.54                              | +16.39                                |
| 8             | <sup>6</sup> D. S. Désiré, év.....   | 4.31                | 11.56.24                               | 19.22        | 2.58                              | +16.55                                |
| 9             | L. S. Grégoire de Naz                | 4.30                | 11.56.21                               | 19.24        | 3.2                               | +17.12                                |
| 10            | M. S. Gordien .....                  | 4.29                | 11.56.18                               | 19.25        | 3.6                               | +17.28                                |
| 11            | M. S. Mamert .....                   | 4.27                | 11.56.15                               | 19.26        | 3.10                              | +17.43                                |
| 12            | J. S. Epiphane.....                  | 4.26                | 11.56.13                               | 19.28        | 3.14                              | +17.59                                |
| 13            | V. S. Servais .....                  | 4.24                | 11.56.12                               | 19.29        | 3.18                              | +18.14                                |
| 14            | S. S. Pacôme .....                   | 4.23                | 11.56.11                               | 19.30        | 3.22                              | +18.29                                |
| 15            | D. PENTECOTE .....                   | 4.22                | 11.56.11                               | 19.32        | 3.25                              | +18.43                                |
| 16            | L. S. Honoré.....                    | 4.20                | 11.56.11                               | 19.33        | 3.29                              | +18.58                                |
| 17            | M. S. Pascal.....                    | 4.19                | 11.56.12                               | 19.34        | 3.33                              | +19.11                                |
| 18            | M. S. Venant, m. Q. I.               | 4.18                | 11.56.14                               | 19.36        | 3.37                              | +19.25                                |
| 19            | J. S. Yves.....                      | 4.16                | 11.56.16                               | 19.37        | 3.41                              | +19.38                                |
| 20            | V. S. Bernardin.....                 | 4.15                | 11.56.18                               | 19.38        | 3.45                              | +19.51                                |
| 21            | S. S. Hospice.....                   | 4.14                | 11.56.21                               | 19.39        | 3.49                              | +20.4                                 |
| 22            | <sup>1</sup> D. <i>Trinite</i> ..... | 4.13                | 11.56.25                               | 19.41        | 3.53                              | +20.16                                |
| 23            | L. S. Didier.....                    | 4.12                | 11.56.29                               | 19.42        | 3.57                              | +20.28                                |
| 24            | M. S. Donatien.....                  | 4.11                | 11.56.31                               | 19.43        | 4.1                               | +20.39                                |
| 25            | M. S. Urbain. ....                   | 4.10                | 11.56.39                               | 19.44        | 4.5                               | +20.50                                |
| 26            | J. <i>Fête-Dieu</i> .....            | 4.9                 | 11.56.45                               | 19.45        | 4.9                               | +21.1                                 |
| 27            | V. S. Hildevert. ...                 | 4.8                 | 11.56.51                               | 19.46        | 4.13                              | +21.12                                |
| 28            | S. S. Germain, év..                  | 4.7                 | 11.56.57                               | 19.48        | 4.18                              | +21.22                                |
| 29            | <sup>2</sup> D. S. Maximin.....      | 4.6                 | 11.57.5                                | 19.49        | 4.22                              | +21.32                                |
| 30            | L. S. Ferdinand....                  | 4.5                 | 11.57.12                               | 19.50        | 4.26                              | +21.41                                |
| 31            | M. Ste Pétronille....                | 4.5                 | 11.57.20                               | 19.51        | 4.30                              | +21.50                                |

Le jour est de 14<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 15<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> le 31.  
Il croît pendant ce mois de 1<sup>h</sup> 17<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## LUNE. — Mai 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 1.22              | 5.13                      | 9. 7    | 23   | 19.34               | —25.57      | 55.59"    |
| 2            | 2. 1              | 6. 7                      | 10.18   | 24   | 20.29               | —23.58      | 56.43     |
| 3            | 2.32              | 6.59                      | 11.35   | 25   | 21.24               | —20.40      | 57.32     |
| 4            | 2.58              | 7.51                      | 12.55   | 26   | 22.18               | —16.12      | 58.26     |
| 5            | 3.19              | 8.41                      | 14.17   | 27   | 23.11               | —10.44      | 59.19     |
| 6            | 3.38              | 9.31                      | 15.40   | 28   | 0. 4                | — 4.32      | 60. 9     |
| 7            | 3.57              | 10.23                     | 17. 5   | 29   | 0.57                | + 2. 4      | 60.48     |
| 8            | 4.18              | 11.16                     | 18.33   | 30   | 1.51                | + 8.41      | 61.13     |
| 9            | 4.42              | 12.13                     | 20. 2   | 1    | 2.48                | +14.51      | 61.19     |
| 10           | 5.12              | 13.12                     | 21.30   | 2    | 3.48                | +20. 6      | 61. 6     |
| 11           | 5.51              | 14.15                     | 22.49   | 3    | 4.51                | +23.58      | 60.34     |
| 12           | 6.41              | 15.17                     | 23.54   | 4    | 5.55                | +26. 9      | 59.48     |
| 13           | 7.43              | 16.18                     |         | 5    | 6.58                | +26.32      | 58.54     |
| 14           | 8.54              | 17.14                     | 0.44    | 6    | 7.59                | +25.14      | 57.57     |
| 15           | 10. 8             | 18. 6                     | 1.21    | 7    | 8.56                | +22.33      | 57. 1     |
| 16           | 11.21             | 18.53                     | 1.49    | 8    | 9.49                | +18.48      | 56.11     |
| 17           | 12.32             | 19.37                     | 2.10    | 9    | 10.38               | +14.19      | 55.28     |
| 18           | 13.40             | 20.18                     | 2.27    | 10   | 11.24               | + 9.21      | 54.53     |
| 19           | 14.46             | 20.58                     | 2.43    | 11   | 12. 7               | + 4. 7      | 54.28     |
| 20           | 15.52             | 21.38                     | 2.57    | 12   | 12.50               | — 1.12      | 54.11     |
| 21           | 16.58             | 22.18                     | 3.12    | 13   | 13.33               | — 6.27      | 54. 2     |
| 22           | 18. 5             | 23. 0                     | 3.28    | 14   | 14.16               | —11.28      | 54. 0     |
| 23           | 19.14             | 23.45                     | 3.46    | 15   | 15. 1               | —16. 5      | 54. 4     |
| 24           | 20.22             |                           | 4. 8    | 16   | 15.48               | —20. 6      | 54.14     |
| 25           | 21.28             | 0.32                      | 4.36    | 17   | 16.38               | —23.19      | 54.29     |
| 26           | 22.29             | 1.23                      | 5.13    | 18   | 17.30               | —25.32      | 54.48     |
| 27           | 23.21             | 2.15                      | 6. 1    | 19   | 18.25               | —26.33      | 55.11     |
| 28           |                   | 3. 9                      | 6.59    | 20   | 19.21               | —26.14      | 55.39     |
| 29           | 0. 3              | 4. 2                      | 8. 7    | 21   | 20.16               | —24.35      | 56.12     |
| 30           | 0.36              | 4.54                      | 9.22    | 22   | 21.11               | —21.38      | 56.49     |
| 31           | 1. 2              | 5.45                      | 10.39   | 23   | 22. 4               | —17.32      | 57.30     |

D. Q. le 2 à 13<sup>h</sup>39<sup>m</sup>N. L. le 9 à 5<sup>h</sup>42<sup>m</sup>P. Q. le 16 à 2<sup>h</sup>22<sup>m</sup>P. L. le 24 à 5<sup>h</sup>48<sup>m</sup>D. Q. le 31 à 22<sup>h</sup>33<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Juin 1910.

| Jour du mois | JUIN<br>1910    |                     | LEVER |    | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai |     | COU-<br>CHER | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen |    | DÉCLIN.<br>boréale<br>à midi<br>moyen |    |        |
|--------------|-----------------|---------------------|-------|----|--|-----|--------------|-----------------------------------|----|---------------------------------------|----|--------|
|              |                 |                     |       |    |  |     |              |                                   |    |                                       |    |        |
|              |                 |                     | h     | m  | h                                      | m   | s            | h                                 | m  | h                                     | m  |        |
| 1            | M.              | S. Pamphile, m...   | 4.    | 4  | 11.                                    | 57  | 29           | 19.                               | 52 | 4.                                    | 34 | +21.58 |
| 2            | J.              | S. Pothin, év....   | 4.    | 3  | 11.                                    | 57  | 38           | 19.                               | 53 | 4.                                    | 38 | +22. 7 |
| 3            | V.              | Ste Clotilde.....   | 4.    | 2  | 11.                                    | 57  | 47           | 19.                               | 54 | 4.                                    | 42 | +22.14 |
| 4            | S.              | S. Optat, év.....   | 4.    | 2  | 11.                                    | 57  | 57           | 19.                               | 55 | 4.                                    | 46 | +22.22 |
| 5            | <sup>3</sup> D. | S. Boniface.....    | 4.    | 1  | 11.                                    | 58. | 7            | 19.                               | 55 | 4.                                    | 50 | +22.29 |
| 6            | L.              | S. Claude, év....   | 4.    | 1  | 11.                                    | 58. | 18           | 19.                               | 56 | 4.                                    | 54 | +22.36 |
| 7            | M.              | S. Mériadee, év..   | 4.    | 0  | 11.                                    | 58. | 29           | 19.                               | 57 | 4.                                    | 58 | +22.42 |
| 8            | M.              | S. Médard.....      | 4.    | 0  | 11.                                    | 58. | 40           | 19.                               | 58 | 5.                                    | 3  | +22.48 |
| 9            | J.              | Ste Pélagie. ....   | 3.    | 59 | 11.                                    | 58. | 51           | 19.                               | 58 | 5.                                    | 7  | +22.53 |
| 10           | V.              | S. Landry.....      | 3.    | 59 | 11.                                    | 59. | 3            | 19.                               | 59 | 5.                                    | 11 | +22.58 |
| 11           | S.              | S. Barnabé.....     | 3.    | 59 | 11.                                    | 59. | 15           | 20.                               | 0  | 5.                                    | 15 | +23. 3 |
| 12           | <sup>4</sup> D. | Ste Olympe. ....    | 3.    | 59 | 11.                                    | 59. | 27           | 20.                               | 1  | 5.                                    | 19 | +23. 7 |
| 13           | L.              | S. Antoine de Paul  | 3.    | 58 | 11.                                    | 59. | 39           | 20.                               | 1  | 5.                                    | 23 | +23.11 |
| 14           | M.              | S. Basile-le-Grand  | 3.    | 58 | 11.                                    | 59. | 52           | 20.                               | 2  | 5.                                    | 27 | +23.14 |
| 15           | M.              | S. Modeste.....     | 3.    | 58 | 12.                                    | 0.  | 4            | 20.                               | 2  | 5.                                    | 32 | +23.17 |
| 16           | J.              | S. François Régis.  | 3.    | 58 | 12.                                    | 0.  | 17           | 20.                               | 3  | 5.                                    | 36 | +23.20 |
| 17           | V.              | S. Avil.....        | 3.    | 58 | 12.                                    | 0.  | 30           | 20.                               | 3  | 5.                                    | 40 | +23.22 |
| 18           | S.              | Ste Marine.....     | 3.    | 58 | 12.                                    | 0.  | 42           | 20.                               | 4  | 5.                                    | 44 | +23.24 |
| 19           | <sup>5</sup> D. | SS. Gerv. et Prot.  | 3.    | 58 | 12.                                    | 0.  | 55           | 20.                               | 4  | 5.                                    | 48 | +23.25 |
| 20           | L.              | S. Sylvere.....     | 3.    | 58 | 12.                                    | 1.  | 8            | 20.                               | 4  | 5.                                    | 52 | +23.26 |
| 21           | M.              | S. Raoul, év....    | 3.    | 58 | 12.                                    | 1.  | 21           | 20.                               | 5  | 5.                                    | 57 | +23.27 |
| 22           | M.              | S. Paulin.....      | 3.    | 58 | 12.                                    | 1.  | 34           | 20.                               | 5  | 6.                                    | 1  | +23.27 |
| 23           | J.              | Ste Agrippine....   | 3.    | 59 | 12.                                    | 1.  | 47           | 20.                               | 5  | 6.                                    | 5  | +23.27 |
| 24           | V.              | Nat. S. Jean Bapt.  | 3.    | 59 | 12.                                    | 2.  | 0            | 20.                               | 5  | 6.                                    | 9  | +23.26 |
| 25           | S.              | S. Prosper.....     | 3.    | 59 | 12.                                    | 2.  | 13           | 20.                               | 5  | 6.                                    | 13 | +23.25 |
| 26           | <sup>6</sup> D. | S. Babolein.....    | 4.    | 0  | 12.                                    | 2.  | 25           | 20.                               | 5  | 6.                                    | 17 | +23.24 |
| 27           | L.              | S. Crescent.....    | 4.    | 0  | 12.                                    | 2.  | 38           | 20.                               | 5  | 6.                                    | 21 | +23.22 |
| 28           | M.              | S. Irénée, év....   | 4.    | 0  | 12.                                    | 2.  | 50           | 20.                               | 5  | 6.                                    | 26 | +23.19 |
| 29           | M.              | SS. Pierre et Paul. | 4.    | 1  | 12.                                    | 3.  | 3            | 20.                               | 5  | 6.                                    | 30 | +23.17 |
| 30           | J.              | S. Martial.....     | 4.    | 1  | 12.                                    | 3.  | 15           | 20.                               | 5  | 6.                                    | 34 | +23.13 |

Le jour est de 15<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup>, de 16<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> le 22 et de 16<sup>h</sup> 4<sup>m</sup> le 30.  
Il croît de 19<sup>m</sup> du 1<sup>er</sup> au 22 et décroît de 3<sup>m</sup> du 22 au 30.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## LUNE. — Juin 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 1.24              | 6.34                      | 11.57   | 24   | 22.56               | -12.27      | 58.13     |
| 2            | 1.43              | 7.23                      | 13.17   | 25   | 23.46               | - 6.38      | 58.58     |
| 3            | 2. 1              | 8.11                      | 14.38   | 26   | 0.37                | - 0.21      | 59.40     |
| 4            | 2.20              | 9. 2                      | 16. 2   | 27   | 1.30                | + 6. 6      | 60.15     |
| 5            | 2.41              | 9.56                      | 17.29   | 28   | 2.24                | +12.21      | 60.40     |
| 6            | 3. 7              | 10.53                     | 18.57   | 29   | 3.21                | +17.57      | 60.51     |
| 7            | 3.41              | 11.54                     | 20.21   | 1    | 4.23                | +22.26      | 60.45     |
| 8            | 4.25              | 12.57                     | 21.35   | 2    | 5.26                | +25.24      | 60.22     |
| 9            | 5.23              | 14. 1                     | 22.34   | 3    | 6.31                | +26.34      | 59.44     |
| 10           | 6.32              | 15. 1                     | 23.18   | 4    | 7.35                | +25.55      | 58.56     |
| 11           | 7.48              | 15.56                     | 23.50   | 5    | 8.35                | +23.41      | 58. 3     |
| 12           | 9. 4              | 16.47                     |         | 6    | 9.31                | +20.11      | 57. 8     |
| 13           | 10.17             | 17.33                     | 0.14    | 7    | 10.22               | +15.48      | 56.17     |
| 14           | 11.27             | 18.16                     | 0.33    | 8    | 11.10               | +10.52      | 55.33     |
| 15           | 12.35             | 18.56                     | 0.49    | 9    | 11.55               | + 5.37      | 54.57     |
| 16           | 13.41             | 19.36                     | 1. 4    | 10   | 12.38               | + 0.15      | 54.31     |
| 17           | 14.47             | 20.16                     | 1.19    | 11   | 13.21               | - 5. 3      | 54.14     |
| 18           | 15.54             | 20.58                     | 1.34    | 12   | 14. 4               | -10. 9      | 54. 7     |
| 19           | 17. 2             | 21.41                     | 1.51    | 13   | 14.48               | -14.53      | 54. 9     |
| 20           | 18.11             | 22.28                     | 2.12    | 14   | 15.35               | -19. 4      | 54.18     |
| 21           | 19.18             | 23.18                     | 2.38    | 15   | 16.24               | -22.32      | 54.33     |
| 22           | 20.22             |                           | 3.12    | 16   | 17.16               | -25. 2      | 54.54     |
| 23           | 21.18             | 0.10                      | 3.56    | 17   | 18.11               | -26.22      | 55.18     |
| 24           | 22. 3             | 1. 4                      | 4.52    | 18   | 19. 7               | -26.24      | 55.45     |
| 25           | 22.38             | 1.58                      | 5.58    | 19   | 20. 3               | -25. 2      | 56.13     |
| 26           | 23. 6             | 2.51                      | 7.12    | 20   | 20.58               | -22.21      | 56.43     |
| 27           | 23.29             | 3.42                      | 8.28    | 21   | 21.52               | -18.28      | 57.14     |
| 28           | 23.49             | 4.32                      | 9.46    | 22   | 22.44               | -13.36      | 57.46     |
| 29           |                   | 5.19                      | 11. 4   | 23   | 23.34               | - 8. 0      | 58.18     |
| 30           | 0. 7              | 6. 7                      | 12.23   | 24   | 0.24                | + 1.55      | 58.48     |

N. L. le 7 à 13<sup>h</sup>25<sup>m</sup>P. Q. le 14 à 16<sup>h</sup>28<sup>m</sup>P. L. le 22 à 20<sup>h</sup>21<sup>m</sup>D. Q. le 30 à 4<sup>h</sup>48<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Juillet 1910.

Jours du mois

JUILLET  
1910

| JUILLET<br>1910 |                                    | LEVER |    | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai |    | COU-<br>CHER |     | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen |      | DÉCLIN.<br>boréale<br>à midi<br>moyen |         |
|-----------------|------------------------------------|-------|----|--|----|--------------|-----|-----------------------------------|------|---------------------------------------|---------|
|                 |                                    | h     | m  | h                                      | m  | s            | h   | m                                 | h    | m                                     |         |
| 1               | V. S. Domitien.....                | 4.    | 2  | 12.                                    | 3. | 27           | 20. | 5                                 | 6.38 |                                       | +23°.10 |
| 2               | S. <i>Visitat. de N.-D.</i>        | 4.    | 3  | 12.                                    | 3. | 38           | 20. | 5                                 | 6.42 |                                       | +23. 6  |
| 3               | <sup>7</sup> D. S. Anatole.....    | 4.    | 3  | 12.                                    | 3. | 50           | 20. | 4                                 | 6.46 |                                       | +23. 1  |
| 4               | L. Ste Berthe.....                 | 4.    | 4  | 12.                                    | 4. | 1            | 20. | 4                                 | 6.50 |                                       | +22.57  |
| 5               | M. Ste Zoé.....                    | 4.    | 5  | 12.                                    | 4. | 12           | 20. | 4                                 | 6.55 |                                       | +22.52  |
| 6               | M. S. Tranquillin....              | 4.    | 5  | 12.                                    | 4. | 23           | 20. | 3                                 | 6.59 |                                       | +22.46  |
| 7               | J. S. Pantène.....                 | 4.    | 6  | 12.                                    | 4. | 33           | 20. | 3                                 | 7. 3 |                                       | +22.40  |
| 8               | V. S. Procope.....                 | 4.    | 7  | 12.                                    | 4. | 43           | 20. | 2                                 | 7. 7 |                                       | +22.34  |
| 9               | S. S. Cyrille.....                 | 4.    | 8  | 12.                                    | 4. | 52           | 20. | 2                                 | 7.11 |                                       | +22.27  |
| 10              | <sup>8</sup> D. Les 7 Frères Mart. | 4.    | 9  | 12.                                    | 5. | 1            | 20. | 1                                 | 7.15 |                                       | +22.20  |
| 11              | L. Tr. S. Benoît....               | 4.    | 9  | 12.                                    | 5. | 10           | 20. | 0                                 | 7.19 |                                       | +22.12  |
| 12              | M. S. Gualbert.....                | 4.    | 10 | 12.                                    | 5. | 18           | 20. | 0                                 | 7.23 |                                       | +22. 4  |
| 13              | M. S. Eugène.....                  | 4.    | 11 | 12.                                    | 5. | 26           | 19. | 59                                | 7.27 |                                       | +21.56  |
| 14              | J. FÊTE NATION...                  | 4.    | 12 | 12.                                    | 5. | 33           | 19. | 58                                | 7.31 |                                       | +21.47  |
| 15              | V. S. Henri.....                   | 4.    | 13 | 12.                                    | 5. | 40           | 19. | 57                                | 7.35 |                                       | +21.38  |
| 16              | S. S. Eustate.....                 | 4.    | 14 | 12.                                    | 5. | 46           | 19. | 57                                | 7.40 |                                       | +21.29  |
| 17              | <sup>9</sup> D. S. Alexis.....     | 4.    | 15 | 12.                                    | 5. | 52           | 19. | 56                                | 7.44 |                                       | +21.19  |
| 18              | L. S. Arnoult.....                 | 4.    | 16 | 12.                                    | 5. | 57           | 19. | 55                                | 7.48 |                                       | +21. 9  |
| 19              | M. S. Vinc. de Paul..              | 4.    | 18 | 12.                                    | 6. | 2            | 19. | 54                                | 7.52 |                                       | +20.59  |
| 20              | M. Ste Marguerite...               | 4.    | 19 | 12.                                    | 6. | 6            | 19. | 53                                | 7.56 |                                       | +20.48  |
| 21              | J. S. Victor.....                  | 4.    | 20 | 12.                                    | 6. | 9            | 19. | 52                                | 8. 0 |                                       | +20.37  |
| 22              | V. Ste Madeleine...                | 4.    | 21 | 12.                                    | 6. | 12           | 19. | 51                                | 8. 4 |                                       | +20.25  |
| 23              | S. S. Apollinaire....              | 4.    | 22 | 12.                                    | 6. | 15           | 19. | 50                                | 8. 8 |                                       | +20.13  |
| 24              | <sup>10</sup> D. Ste Christine.... | 4.    | 23 | 12.                                    | 6. | 17           | 19. | 48                                | 8.12 |                                       | +20. 1  |
| 25              | L. S. Jacques-le Maj.              | 4.    | 25 | 12.                                    | 6. | 18           | 19. | 47                                | 8.16 |                                       | +19.48  |
| 26              | M. Ste Anne.....                   | 4.    | 26 | 12.                                    | 6. | 19           | 19. | 46                                | 8.19 |                                       | +19.35  |
| 27              | M. S. Pantaléon.....               | 4.    | 27 | 12.                                    | 6. | 19           | 19. | 45                                | 8.23 |                                       | +19.22  |
| 28              | J. S. Samson.....                  | 4.    | 28 | 12.                                    | 6. | 18           | 19. | 43                                | 8.27 |                                       | +19. 9  |
| 29              | V. Ste Marthe.....                 | 4.    | 30 | 12.                                    | 6. | 17           | 19. | 42                                | 8.31 |                                       | +18.55  |
| 30              | S. Ste Juliette.....               | 4.    | 31 | 12.                                    | 6. | 16           | 19. | 41                                | 8.35 |                                       | +18.41  |
| 31              | <sup>11</sup> D. S. Germain-l'Aux. | 4.    | 32 | 12.                                    | 6. | 14           | 19. | 39                                | 8.39 |                                       | +18.26  |

Le jour est de 16<sup>h</sup> 3<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 15<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> le 31.  
Il décroît pendant ce mois de 56<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris

## LUNE. — Juillet 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 0.25              | 6.55                      | 13.43   | 25   | 1.14                | + 4.21      | 59.17"    |
| 2            | 0.44              | 7.46                      | 15. 6   | 26   | 2. 6                | +10.30      | 59.41     |
| 3            | 1. 7              | 8.40                      | 16.30   | 27   | 3. 1                | +16.10      | 59.58     |
| 4            | 1.36              | 9.37                      | 17.54   | 28   | 3.59                | +20.57      | 60. 5     |
| 5            | 2.14              | 10.39                     | 19.13   | 29   | 5. 1                | +24.26      | 60. 0     |
| 6            | 3. 5              | 11.42                     | 20.19   | 1    | 6. 5                | +26.18      | 59.43     |
| 7            | 4. 9              | 12.44                     | 21. 9   | 2    | 7. 9                | +26.22      | 59.14     |
| 8            | 5.23              | 13.42                     | 21.47   | 3    | 8.11                | +24.42      | 58.35     |
| 9            | 6.41              | 14.36                     | 22.15   | 4    | 9. 9                | +21.36      | 57.49     |
| 10           | 7.57              | 15.25                     | 22.36   | 5    | 10. 3               | +17.26      | 57. 2     |
| 11           | 9.10              | 16.10                     | 22.54   | 6    | 10.53               | +12.34      | 56.15     |
| 12           | 10.20             | 16.52                     | 23.10   | 7    | 11.39               | + 7.17      | 55.34     |
| 13           | 11.28             | 17.32                     | 23.24   | 8    | 12.24               | + 1.52      | 54.59     |
| 14           | 12.35             | 18.13                     | 23.39   | 9    | 13. 7               | — 3.32      | 54.34     |
| 15           | 13.41             | 18.54                     | 23.56   | 10   | 13.50               | — 8.44      | 54.19     |
| 16           | 14.49             | 19.36                     |         | 11   | 14.34               | —13.36      | 54.14     |
| 17           | 15.57             | 20.22                     | 0.15    | 12   | 15.20               | —17.58      | 54.18     |
| 18           | 17. 5             | 21.10                     | 0.39    | 13   | 16. 8               | —21.39      | 54.32     |
| 19           | 18.11             | 22. 2                     | 1.10    | 14   | 17. 0               | —24.27      | 54.53     |
| 20           | 19.10             | 22.56                     | 1.50    | 15   | 17.54               | —26. 8      | 55.21     |
| 21           | 20. 0             | 23.51                     | 2.42    | 16   | 18.50               | —26.32      | 55.52     |
| 22           | 20.39             |                           | 3.46    | 17   | 19.46               | —25.33      | 56.25     |
| 23           | 21.10             | 0.45                      | 4.58    | 18   | 20.43               | —23. 9      | 56.58     |
| 24           | 21.34             | 1.38                      | 6.16    | 19   | 21.38               | —19.28      | 57.30     |
| 25           | 21.55             | 2.29                      | 7.35    | 20   | 22.31               | —14.44      | 57.58     |
| 26           | 22.13             | 3.17                      | 8.53    | 21   | 23.22               | — 9.11      | 58.23     |
| 27           | 22.31             | 4. 5                      | 10.12   | 22   | 0.12                | — 3. 8      | 58.43     |
| 28           | 22.49             | 4.53                      | 11.31   | 23   | 1. 2                | + 3. 8      | 59. 0     |
| 29           | 23.10             | 5.42                      | 12.52   | 24   | 1.53                | + 9.17      | 59.12     |
| 30           | 23.36             | 6.33                      | 14.15   | 25   | 2.47                | +14.59      | 59.20     |
| 31           | —                 | 7.28                      | 15.37   | 26   | 3.43                | +19.55      | 59.22     |

N. L. le 6 à 21<sup>h</sup> 29<sup>m</sup>P. Q. le 14 à 8<sup>h</sup> 33<sup>m</sup>P. L. le 22 à 8<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>D. Q. le 29 à 9<sup>h</sup> 43<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Août 1910.

| Jour du mois | A O Û T<br>1910              | SOLEIL. — Août 1910. |  |              |                                   |                                       |
|--------------|------------------------------|----------------------|--|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
|              |                              | LEVER                | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai | GOU-<br>CHER | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen | DÉCLIN.<br>boréale<br>à midi<br>moyen |
|              |                              | h m                  | h m s                                  | h m          | h m                               |                                       |
| 1            | L. S. Pierre-ès-Liens        | 4.34                 | 12. 6. 11                              | 19.38        | 8.43                              | +18. 12                               |
| 2            | M. S. Alphonse de L.         | 4.35                 | 12. 6. 7                               | 19.36        | 8.47                              | +17. 56                               |
| 3            | M. Ste Lydie                 | 4.36                 | 12. 6. 3                               | 19.35        | 8.51                              | +17. 41                               |
| 4            | J. S. Dominique              | 4.38                 | 12. 5. 59                              | 19.34        | 8.55                              | +17. 25                               |
| 5            | V. S. Casien, év.            | 4.39                 | 12. 5. 54                              | 19.32        | 8.59                              | +17. 10                               |
| 6            | S. Tr. de N.-S.              | 4.40                 | 12. 5. 48                              | 19.30        | 9. 2                              | +16. 53                               |
| 7            | <sup>12</sup> D. S. Gaëtan   | 4.42                 | 12. 5. 42                              | 19.29        | 9. 6                              | +16. 37                               |
| 8            | L. S. Sévère                 | 4.43                 | 12. 5. 35                              | 19.27        | 9. 10                             | +16. 20                               |
| 9            | M. S. Secondien              | 4.44                 | 12. 5. 27                              | 19.25        | 9. 14                             | +16. 3                                |
| 10           | M. S. Laurent                | 4.46                 | 12. 5. 19                              | 19.24        | 9. 18                             | +15. 46                               |
| 11           | J. Ste Suzanne               | 4.47                 | 12. 5. 10                              | 19.22        | 9. 21                             | +15. 28                               |
| 12           | V. Ste Claire                | 4.49                 | 12. 5. 1                               | 19.21        | 9. 25                             | +15. 10                               |
| 13           | S. S. Hippolyte              | 4.50                 | 12. 4. 51                              | 19.19        | 9. 29                             | +14. 52                               |
| 14           | <sup>13</sup> D. S. Eusèbe   | 4.51                 | 12. 4. 41                              | 19.17        | 9. 33                             | +14. 34                               |
| 15           | L. ASSOMPTION                | 4.53                 | 12. 4. 29                              | 19.15        | 9. 37                             | +14. 16                               |
| 16           | M. S. Roch                   | 4.54                 | 12. 4. 18                              | 19.14        | 9. 40                             | +13. 57                               |
| 17           | M. S. Mammès                 | 4.55                 | 12. 4. 6                               | 19.12        | 9. 44                             | +13. 38                               |
| 18           | J. Ste Hélène                | 4.57                 | 12. 3. 53                              | 19.10        | 9. 48                             | +13. 19                               |
| 19           | V. S. Donat                  | 4.58                 | 12. 3. 40                              | 19. 8        | 9. 51                             | +13. 0                                |
| 20           | S. S. Bernard                | 5. 0                 | 12. 3. 26                              | 19. 6        | 9. 55                             | +12. 40                               |
| 21           | <sup>14</sup> D. S. Privat   | 5. 1                 | 12. 3. 12                              | 19. 4        | 9. 59                             | +12. 20                               |
| 22           | L. S. Symphorien             | 5. 3                 | 12. 2. 57                              | 19. 3        | 10. 3                             | +12. 0                                |
| 23           | M. S. Sidoine, év.           | 5. 4                 | 12. 2. 42                              | 19. 1        | 10. 6                             | +11. 40                               |
| 24           | M. S. Barthélemy             | 5. 5                 | 12. 2. 27                              | 18. 59       | 10. 10                            | +11. 20                               |
| 25           | J. S. Louis, roi             | 5. 7                 | 12. 2. 11                              | 18. 57       | 10. 14                            | +10. 59                               |
| 26           | V. S. Zéphirin               | 5. 8                 | 12. 1. 55                              | 18. 55       | 10. 17                            | +10. 39                               |
| 27           | S. S. Césaire                | 5. 10                | 12. 1. 38                              | 18. 53       | 10. 21                            | +10. 18                               |
| 28           | <sup>15</sup> D. S. Augustin | 5. 11                | 12. 1. 21                              | 18. 51       | 10. 25                            | + 9. 57                               |
| 29           | L. Déc. de S. J.-B.          | 5. 13                | 12. 1. 3                               | 18. 49       | 10. 28                            | + 9. 36                               |
| 30           | M. S. Flacre                 | 5. 14                | 12. 0. 46                              | 18. 47       | 10. 32                            | + 9. 14                               |
| 31           | M. S. Aristide               | 5. 15                | 12. 0. 28                              | 18. 45       | 10. 36                            | + 8. 53                               |

Le jour est de 15<sup>h</sup> 4<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 13<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> le 31.

Il décroît pendant ce mois de 1<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levés et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.



## LUNE. — Août 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>AU<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 0.10              | 8.27                      | 16.56   | 27   | 4.42                | +23.41      | 59.19     |
| 2            | 0.54              | 9.28                      | 18. 5   | 28   | 5.43                | +25.59      | 59. 8     |
| 3            | 1.52              | 10.29                     | 19. 1   | 29   | 6.46                | +26.36      | 58.50     |
| 4            | 3. 2              | 11.28                     | 19.43   | 30   | 7.48                | +25.30      | 58.25     |
| 5            | 4.18              | 12.24                     | 20.15   | 1    | 8.48                | +22.53      | 57.53     |
| 6            | 5.35              | 13.15                     | 20.38   | 2    | 9.43                | +19. 2      | 57.17     |
| 7            | 6.50              | 14. 2                     | 20.57   | 3    | 10.34               | +14.20      | 56.38     |
| 8            | 8. 3              | 14.46                     | 21.14   | 4    | 11.22               | + 9. 5      | 55.59     |
| 9            | 9.12              | 15.27                     | 21.29   | 5    | 12. 8               | + 3.36      | 55.24     |
| 10           | 10.20             | 16. 8                     | 21.44   | 6    | 12.52               | — 1.54      | 54.54     |
| 11           | 11.27             | 16.49                     | 22. 0   | 7    | 13.35               | — 7.15      | 54.32     |
| 12           | 12.35             | 17.31                     | 22.18   | 8    | 14.19               | —12.16      | 54.19     |
| 13           | 13.43             | 18.15                     | 22.39   | 9    | 15. 4               | —16.49      | 54.16     |
| 14           | 14.51             | 19. 2                     | 23. 6   | 10   | 15.52               | —20.43      | 54.23     |
| 15           | 15.58             | 19.52                     | 23.42   | 11   | 16.42               | —23.48      | 54.41     |
| 16           | 16.59             | 20.45                     |         | 12   | 17.34               | —25.52      | 55. 7     |
| 17           | 17.53             | 21.39                     | 0.29    | 13   | 18.30               | —26.41      | 55.41     |
| 18           | 18.36             | 22.34                     | 1.29    | 14   | 19.26               | —26. 9      | 56.20     |
| 19           | 19.10             | 23.28                     | 2.39    | 15   | 20.23               | —24.11      | 57. 2     |
| 20           | 19.37             |                           | 3.56    | 16   | 21.19               | —20.51      | 57.43     |
| 21           | 19.59             | 0.21                      | 5.16    | 17   | 22.14               | —16.18      | 58.21     |
| 22           | 20.18             | 1.11                      | 6.37    | 18   | 23. 7               | —10.49      | 58.52     |
| 23           | 20.36             | 2. 1                      | 7.58    | 19   | 23.58               | — 4.42      | 59.15     |
| 24           | 20.54             | 2.49                      | 9.19    | 20   | 0.49                | + 1.43      | 59.28     |
| 25           | 21.15             | 3.39                      | 10.41   | 21   | 1.41                | + 8. 4      | 59.33     |
| 26           | 21.39             | 4.30                      | 12. 4   | 22   | 2.34                | +14. 0      | 59.30     |
| 27           | 22.10             | 5.24                      | 13.27   | 23   | 3.30                | +19. 9      | 59.20     |
| 28           | 22.50             | 6.21                      | 14.46   | 24   | 4.28                | +23.11      | 59. 5     |
| 29           | 23.42             | 7.21                      | 15.58   | 25   | 5.28                | +25.47      | 58.47     |
| 30           |                   | 8.21                      | 16.57   | 26   | 6.30                | +26.47      | 58.25     |
| 31           | 0.47              | 9.20                      | 17.42   | 27   | 7.31                | +26. 7      | 58. 0     |

N. L. le 5 à 6<sup>h</sup>46<sup>m</sup>P. Q. le 13 à 2<sup>h</sup>10<sup>m</sup>P. L. le 20 à 19<sup>h</sup>23<sup>m</sup>D. Q. le 27 à 14<sup>h</sup>42<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Septembre 1910.

Jour du mois

SEPTEMBRE  
1910

|    |                                   | LEVER | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vra | cou-<br>CHER | ASG.<br>droite<br>à midi<br>moyen | DÉCLIN.<br>boréale<br>ou austr.<br>à midi<br>moyen |
|----|-----------------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|-----------------------------------|--|
|    |                                   | h m   | h m s                                 | h m          | h m                               |  |
| 1  | J. SS. Leu, Gilles...             | 5.17  | 12. 0. 9                              | 18.43        | 10.39                             | +8.31  |
| 2  | V. S. Just, év.....               | 5.18  | 11.59.50                              | 18.41        | 10.43                             | +8. 9  |
| 3  | S. S. Mansuy.....                 | 5.20  | 11.59.31                              | 18.39        | 10.46                             | +7.47  |
| 4  | <sup>16</sup> D. Ste Rosalie..... | 5.21  | 11.59.12                              | 18.37        | 10.50                             | +7.25  |
| 5  | L. S. Victorin.....               | 5.22  | 11.58.53                              | 18.34        | 10.54                             | +7. 3  |
| 6  | M. S. Onésiphore ...              | 5.24  | 11.58.33                              | 18.32        | 10.57                             | +6.41  |
| 7  | M. S. Cloud.....                  | 5.25  | 11.58.13                              | 18.30        | 11. 1                             | +6.19  |
| 8  | J. <i>Nativ. de N.-D.</i> ...     | 5.27  | 11.57.53                              | 18.28        | 11. 5                             | +5.56  |
| 9  | V. S. Omer.....                   | 5.28  | 11.57.32                              | 18.26        | 11. 8                             | +5.34  |
| 10 | S. Ste Pulchérie....              | 5.29  | 11.57.12                              | 18.24        | 11.12                             | +5.11  |
| 11 | <sup>17</sup> D. S. Hyacinthe.... | 5.31  | 11.56.51                              | 18.22        | 11.15                             | +4.48  |
| 12 | L. S. Serdot.....                 | 5.32  | 11.56.30                              | 18.20        | 11.19                             | +4.25  |
| 13 | M. S. Maurille.....               | 5.34  | 11.56. 9                              | 18.18        | 11.23                             | +4. 2  |
| 14 | M. Exalt. Ste-Croix..             | 5.35  | 11.55.48                              | 18.16        | 11.26                             | +3.39  |
| 15 | J. S. Nicomède.....               | 5.37  | 11.55.27                              | 18.14        | 11.30                             | +3.16  |
| 16 | V. Ste Euphémie....               | 5.38  | 11.55. 6                              | 18.11        | 11.33                             | +2.53  |
| 17 | S. S. Lambert.....                | 5.39  | 11.54.44                              | 18. 9        | 11.37                             | +2.30  |
| 18 | <sup>18</sup> D. S. Ferréol.....  | 5.41  | 11.54.23                              | 18. 7        | 11.40                             | +2. 7  |
| 19 | L. S. Janvier.....                | 5.42  | 11.54. 2                              | 18. 5        | 11.44                             | +1.44  |
| 20 | M. S. Eustache.....               | 5.44  | 11.53.40                              | 18. 3        | 11.48                             | +1.20  |
| 21 | M. S. Mathieu. Q.T.               | 5.45  | 11.53.19                              | 18. 1        | 11.51                             | +0.57  |
| 22 | J. S. Maurice.....                | 5.46  | 11.52.58                              | 17.58        | 11.55                             | +0.34  |
| 23 | V. S. Lin, pape ....              | 5.48  | 11.52.37                              | 17.56        | 11.58                             | +0.10  |
| 24 | S. S. Andoche.....                | 5.49  | 11.52.16                              | 17.54        | 12. 2                             | -0.13  |
| 25 | <sup>19</sup> D. S. Firmin.....   | 5.51  | 11.51.55                              | 17.52        | 12. 6                             | -0.36  |
| 26 | L. Ste Justine.....               | 5.52  | 11.51.35                              | 17.50        | 12. 9                             | -1. 0  |
| 27 | M. SS. Come, Damien               | 5.54  | 11.51.14                              | 17.48        | 12.13                             | -1.23  |
| 28 | M. S. Chamond.....                | 5.55  | 11.50.54                              | 17.46        | 12.16                             | -1.47  |
| 29 | J. S. Michel.....                 | 5.56  | 11.50.34                              | 17.44        | 12.20                             | -2.10  |
| 30 | V. S. Jérôme.....                 | 5.58  | 11.50.14                              | 17.42        | 12.24                             | -2.33  |

Le jour est de 13<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 11<sup>h</sup> 44<sup>m</sup> le 30.Il décroît pendant ce mois de 1<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## LUNE. — Septembre 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLÈLE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 2. 0              | 10.16                     | 18.16   | 28   | 8.30                | +23.54'     | 57.33"    |
| 2            | 3.16              | 11. 7                     | 18.42   | 29   | 9.26                | +20.25      | 57. 4     |
| 3            | 4.32              | 11.55                     | 19. 2   | 1    | 10.18               | +15.57      | 56.33     |
| 4            | 5.46              | 12.40                     | 19.19   | 2    | 11. 6               | +10.50      | 56. 1     |
| 5            | 6.56              | 13.22                     | 19.34   | 3    | 11.52               | + 5.23      | 55.31     |
| 6            | 8. 5              | 14. 3                     | 19.49   | 4    | 12.37               | — 0.12      | 55. 3     |
| 7            | 9.13              | 14.44                     | 20. 4   | 5    | 13.20               | — 5.41      | 54.39     |
| 8            | 10.20             | 15.26                     | 20.21   | 6    | 14. 4               | —10.52      | 54.22     |
| 9            | 11.28             | 16. 9                     | 20.41   | 7    | 14.49               | —15.38      | 54.12     |
| 10           | 12.37             | 16.54                     | 21. 5   | 8    | 15.36               | —19.46      | 54.11     |
| 11           | 13.44             | 17.43                     | 21.37   | 9    | 16.24               | —23. 8      | 54.21     |
| 12           | 14.47             | 18.34                     | 22.18   | 10   | 17.16               | —25.31      | 54.40     |
| 13           | 15.44             | 19.27                     | 23.11   | 11   | 18.10               | —26.46      | 55. 9     |
| 14           | 16.31             | 20.21                     |         | 12   | 19. 5               | —26.43      | 55.48     |
| 15           | 17. 7             | 21.15                     | 0.16    | 13   | 20. 1               | —25.17      | 56.33     |
| 16           | 17.37             | 22. 8                     | 1.30    | 14   | 20.57               | —22.26      | 57.23     |
| 17           | 18. 1             | 23. 0                     | 2.49    | 15   | 21.52               | —18.19      | 58.14     |
| 18           | 18.21             | 23.50                     | 4.11    | 16   | 22.46               | —13. 5      | 59. 1     |
| 19           | 18.40             |                           | 5.34    | 17   | 23.39               | — 7. 2      | 59.40     |
| 20           | 18.58             | 0.40                      | 6.57    | 18   | 0.31                | — 0.29      | 60. 8     |
| 21           | 19.18             | 1.31                      | 8.21    | 19   | 1.24                | + 6. 9      | 60.21     |
| 22           | 19.41             | 2.23                      | 9.47    | 20   | 2.18                | +12.28      | 60.21     |
| 23           | 20.10             | 3.18                      | 11.13   | 21   | 3.14                | +18. 4      | 60. 7     |
| 24           | 20.47             | 4.15                      | 12.36   | 22   | 4.13                | +22.32      | 59.43     |
| 25           | 21.36             | 5.15                      | 13.52   | 23   | 5.14                | +25.34      | 59.12     |
| 26           | 22.38             | 6.16                      | 14.55   | 24   | 6.16                | +26.56      | 58.37     |
| 27           | 23.49             | 7.15                      | 15.44   | 25   | 7.18                | +26.37      | 58. 1     |
| 28           |                   | 8.11                      | 16.20   | 26   | 8.17                | +24.43      | 57.25     |
| 29           | 1. 4              | 9. 3                      | 16.47   | 27   | 9.12                | +21.31      | 56.52     |
| 30           | 2.19              | 9.52                      | 17. 8   | 28   | 10. 4               | +17.18      | 56.20     |

N. L. le 3 à 18<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>P. Q. le 11 à 20<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>P. L. le 19 à 5<sup>h</sup> 1<sup>m</sup>D. Q. le 25 à 21<sup>h</sup> 3<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Octobre 1910.

Jour du mois

OCTOBRE  
1910

| LEVER                                  | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai | COU-<br>CHER | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen | DÉCLIN.<br>australe<br>à midi<br>moyen |
|--|--|--------------|-----------------------------------|--|
| h m                                    | h m s                                  | h m          | h m                               | ° ' "                                  |
| 1 S. S. Remi.....                      | 5.59 11.49.55                          | 17.39        | 12.27                             | — 2.57                                 |
| 2 <sup>20</sup> D. SS. Anges gardiens  | 6. 1 11.49.36                          | 17.37        | 12.31                             | — 3.20                                 |
| 3 L. S. Antonin.....                   | 6. 2 11.49.17                          | 17.35        | 12.34                             | — 3.43                                 |
| 4 M. S. François d'Ass.                | 6. 4 11.48.58                          | 17.33        | 12.38                             | — 4. 7                                 |
| 5 M. S. Constant.....                  | 6. 5 11.48.40                          | 17.31        | 12.42                             | — 4.30                                 |
| 6 J. S. Bruno.....                     | 6. 7 11.48.22                          | 17.29        | 12.45                             | — 4.53                                 |
| 7 V. S. Serge.....                     | 6. 8 11.48. 5                          | 17.27        | 12.49                             | — 5.16                                 |
| 8 S. Ste Brigitte.....                 | 6.10 11.47.48                          | 17.25        | 12.53                             | — 5.39                                 |
| 9 <sup>21</sup> D. S. Denis.....       | 6.11 11.47.31                          | 17.23        | 12.56                             | — 6. 2                                 |
| 10 L. S. Pynite, év.....               | 6.13 11.47.15                          | 17.21        | 13. 0                             | — 6.25                                 |
| 11 M. S. Gomer.....                    | 6.14 11.46.59                          | 17.19        | 13. 4                             | — 6.48                                 |
| 12 M. S. Séraphin.....                 | 6.16 11.46.44                          | 17.17        | 13. 7                             | — 7.10                                 |
| 13 J. S. Édouard.....                  | 6.18 11.46.29                          | 17.15        | 13.11                             | — 7.33                                 |
| 14 V. S. Calixte, pape..               | 6.19 11.46.14                          | 17.13        | 13.15                             | — 7.55                                 |
| 15 S. Ste Thérèse.....                 | 6.20 11.46. 0                          | 17.11        | 13.19                             | — 8.18                                 |
| 16 <sup>22</sup> D. S. Gall, abbé..... | 6.22 11.45.47                          | 17. 9        | 13.22                             | — 8.40                                 |
| 17 L. S. Florent.....                  | 6.24 11.45.34                          | 17. 7        | 13.26                             | — 9. 2                                 |
| 18 M. S. Luc, évang.....               | 6.25 11.45.22                          | 17. 5        | 13.30                             | — 9.24                                 |
| 19 M. S. Savinien.....                 | 6.27 11.45.10                          | 17. 3        | 13.33                             | — 9.46                                 |
| 20 J. S. Caprais.....                  | 6.28 11.44.59                          | 17. 1        | 13.37                             | —10. 7                                 |
| 21 V. Ste Ursule.....                  | 6.30 11.44.49                          | 16.59        | 13.41                             | —10.29                                 |
| 22 S. S. Mellon, év.....               | 6.31 11.44.39                          | 16.57        | 13.45                             | —10.50                                 |
| 23 <sup>23</sup> D. S. Hilarion.....   | 6.33 11.44.30                          | 16.55        | 13.49                             | —11.12                                 |
| 24 L. S. Magloire.....                 | 6.34 11.44.22                          | 16.53        | 13.52                             | —11.33                                 |
| 25 M. SS. Crépin et Cr..               | 6.36 11.44.14                          | 16.52        | 13.56                             | —11.54                                 |
| 26 M. S. Rustique.....                 | 6.38 11.44. 7                          | 16.50        | 14. 0                             | —12.14                                 |
| 27 J. S. Frument.....                  | 6.39 11.44. 1                          | 16.48        | 14. 4                             | —12.35                                 |
| 28 V. SS. Simon, Jude.                 | 6.41 11.43.56                          | 16.46        | 14. 8                             | —12.55                                 |
| 29 S. S. Narcisse.....                 | 6.43 11.43.51                          | 16.45        | 14.12                             | —13.15                                 |
| 30 <sup>24</sup> D. S. Lucain.....     | 6.44 11.43.47                          | 16.43        | 14.15                             | —13.35                                 |
| 31 L. S. Quentin.....                  | 6.46 11.43.41                          | 16.41        | 14.19                             | —13.55                                 |

Le jour est de 11<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 9<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> le 31.Il décroît pendant ce mois de 1<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## LUNE. — Octobre 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER.            | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 3.32              | 10.37                     | 17.26   | 29   | 10.53               | +12.22      | 55.50"    |
| 2            | 4.43              | 11.19                     | 17.41   | 30   | 11.39               | + 7. 0      | 55.23     |
| 3            | 5.52              | 12. 0                     | 17.55   | 1    | 12.23               | + 1.26      | 54.59     |
| 4            | 7. 0              | 12.41                     | 18.10   | 2    | 13. 7               | — 4. 6      | 54.38     |
| 5            | 8. 8              | 13.22                     | 18.26   | 3    | 13.51               | — 9.26      | 54.20     |
| 6            | 9.16              | 14. 5                     | 18.44   | 4    | 14.35               | —14.23      | 54. 8     |
| 7            | 10.24             | 14.49                     | 19. 6   | 5    | 15.21               | —18.45      | 54. 3     |
| 8            | 11.32             | 15.36                     | 19.34   | 6    | 16. 9               | —22.23      | 54. 4     |
| 9            | 12.37             | 16.26                     | 20.11   | 7    | 17. 0               | —25. 5      | 54.14     |
| 10           | 13.36             | 17.17                     | 20.59   | 8    | 17.52               | —26.42      | 54.34     |
| 11           | 14.25             | 18.10                     | 21.58   | 9    | 18.46               | —27. 5      | 55. 3     |
| 12           | 15. 5             | 19. 3                     | 23. 7   | 10   | 19.41               | —26. 9      | 55.42     |
| 13           | 15.37             | 19.55                     |         | 11   | 20.36               | —23.51      | 56.29     |
| 14           | 16. 3             | 20.46                     | 0.22    | 12   | 21.30               | —20.16      | 57.23     |
| 15           | 16.24             | 21.37                     | 1.41    | 13   | 22.24               | —15.32      | 58.20     |
| 16           | 16.43             | 22.26                     | 3. 3    | 14   | 23.16               | — 9.50      | 59.16     |
| 17           | 17. 1             | 23.17                     | 4.26    | 15   | 0. 8                | — 3.26      | 60. 5     |
| 18           | 17.20             |                           | 5.50    | 16   | 1. 1                | + 3.18      | 60.43     |
| 19           | 17.41             | 0. 9                      | 7.17    | 17   | 1.55                | + 9.58      | 61. 4     |
| 20           | 18. 8             | 1. 4                      | 8.46    | 18   | 2.52                | +16. 6      | 61. 7     |
| 21           | 18.43             | 2. 3                      | 10.15   | 19   | 3.52                | +21.13      | 60.51     |
| 22           | 19.29             | 3. 4                      | 11.38   | 20   | 4.54                | +24.55      | 60.29     |
| 23           | 20.28             | 4. 7                      | 12.48   | 21   | 5.58                | +26.52      | 59.38     |
| 24           | 21.37             | 5. 8                      | 13.43   | 22   | 7. 2                | +27. 0      | 58.51     |
| 25           | 22.52             | 6. 7                      | 14.24   | 23   | 8. 3                | +25.27      | 58. 1     |
| 26           |                   | 7. 1                      | 14.53   | 24   | 9. 0                | +22.29      | 57.14     |
| 27           | 0. 8              | 7.50                      | 15.16   | 25   | 9.53                | +18.27      | 56.31     |
| 28           | 1.22              | 8.36                      | 15.34   | 26   | 10.42               | +13.39      | 55.53     |
| 29           | 2.33              | 9.18                      | 15.49   | 27   | 11.28               | + 8.24      | 55.21     |
| 30           | 3.42              | 9.59                      | 16. 3   | 28   | 12.12               | + 2.54      | 54.54     |
| 31           | 4.49              | 10.40                     | 16.18   | 29   | 12.56               | — 2.39      | 54.33     |

N. L. le 3 à 8<sup>h</sup>41<sup>m</sup>P. Q. le 11 à 13<sup>h</sup>49<sup>m</sup>P. L. le 18 à 14<sup>h</sup>33<sup>m</sup>D. Q. le 25 à 5<sup>h</sup>57<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Novembre 1910.

Jour du mois

NOVEMBRE  
1910

|    |                                   | LEVER | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai |     |    | COU-<br>CHER | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen |    | DÉCLIN.<br>australe<br>à midi<br>moyen |    |
|----|-----------------------------------|-------|--|-----|----|--------------|-----------------------------------|----|--|----|
|    |                                   |       | h                                      | m   | s  |              | h                                 | m  |  | °  |
| 1  | M. TOUSSAINT.....                 | 6.47  | 11.                                    | 43. | 42 | 16.39        | 14.                               | 23 | -14.                                   | 15 |
| 2  | M. Trépassés.....                 | 6.49  | 11.                                    | 43. | 41 | 16.38        | 14.                               | 27 | -14.                                   | 34 |
| 3  | J. S. Hubert.....                 | 6.50  | 11.                                    | 43. | 40 | 16.36        | 14.                               | 31 | -14.                                   | 53 |
| 4  | V. S. Ch. Borromée.               | 6.52  | 11.                                    | 43. | 40 | 16.35        | 14.                               | 35 | -15.                                   | 12 |
| 5  | S. S. Lié.....                    | 6.53  | 11.                                    | 43. | 41 | 16.33        | 14.                               | 39 | -15.                                   | 30 |
| 6  | <sup>25</sup> D. S. Léonard.....  | 6.55  | 11.                                    | 43. | 43 | 16.32        | 14.                               | 43 | -15.                                   | 49 |
| 7  | L. S. Herculan.....               | 6.57  | 11.                                    | 43. | 45 | 16.30        | 14.                               | 47 | -16.                                   | 7  |
| 8  | M. Ste Reliques....               | 6.59  | 11.                                    | 43. | 49 | 16.29        | 14.                               | 51 | -16.                                   | 24 |
| 9  | M. S. Mathurin.....               | 7. 0  | 11.                                    | 43. | 53 | 16.27        | 14.                               | 55 | -16.                                   | 42 |
| 10 | J. S. Space.....                  | 7. 2  | 11.                                    | 43. | 58 | 16.26        | 14.                               | 59 | -16.                                   | 59 |
| 11 | V. S. Martin, év....              | 7. 3  | 11.                                    | 44. | 4  | 16.24        | 15.                               | 3  | -17.                                   | 16 |
| 12 | S. S. René.....                   | 7. 5  | 11.                                    | 44. | 10 | 16.23        | 15.                               | 7  | -17.                                   | 33 |
| 13 | <sup>26</sup> D. S. Brice.....    | 7. 7  | 11.                                    | 44. | 18 | 16.22        | 15.                               | 11 | -17.                                   | 49 |
| 14 | L. S. Vénérand.....               | 7. 8  | 11.                                    | 44. | 26 | 16.20        | 15.                               | 15 | -18.                                   | 5  |
| 15 | M. S. Malo.....                   | 7.10  | 11.                                    | 44. | 35 | 16.19        | 15.                               | 19 | -18.                                   | 21 |
| 16 | M. S. Edme.....                   | 7.11  | 11.                                    | 44. | 45 | 16.18        | 15.                               | 23 | -18.                                   | 36 |
| 17 | J. S. Aignan, év....              | 7.13  | 11.                                    | 44. | 56 | 16.17        | 15.                               | 28 | -18.                                   | 51 |
| 18 | V. Ste Aude.....                  | 7.14  | 11.                                    | 45. | 8  | 16.16        | 15.                               | 32 | -19.                                   | 6  |
| 19 | S. Ste Elisabeth....              | 7.16  | 11.                                    | 45. | 21 | 16.15        | 15.                               | 36 | -19.                                   | 20 |
| 20 | <sup>27</sup> D. Ste Maivence.... | 7.17  | 11.                                    | 45. | 34 | 16.13        | 15.                               | 40 | -19.                                   | 34 |
| 21 | L. Present. N.-D....              | 7.19  | 11.                                    | 45. | 48 | 16.12        | 15.                               | 44 | -19.                                   | 48 |
| 22 | M. Ste Cécile.....                | 7.20  | 11.                                    | 46. | 3  | 16.11        | 15.                               | 48 | -20.                                   | 1  |
| 23 | M. S. Clément, pape               | 7.22  | 11.                                    | 46. | 19 | 16.11        | 15.                               | 53 | -20.                                   | 14 |
| 24 | J. Ste Flora.....                 | 7.23  | 11.                                    | 46. | 36 | 16.10        | 15.                               | 57 | -20.                                   | 26 |
| 25 | V. Ste Catherine....              | 7.25  | 11.                                    | 46. | 53 | 16. 9        | 16.                               | 1  | -20.                                   | 38 |
| 26 | S. S. Sirice, pape...             | 7.26  | 11.                                    | 47. | 12 | 16. 8        | 16.                               | 5  | -20.                                   | 50 |
| 27 | <sup>1</sup> D. Avent.....        | 7.28  | 11.                                    | 47. | 31 | 16. 7        | 16.                               | 10 | -21.                                   | 2  |
| 28 | L. S. Sosthène.....               | 7.29  | 11.                                    | 47. | 50 | 16. 6        | 16.                               | 14 | -21.                                   | 13 |
| 29 | M. S. Saturnin.....               | 7.30  | 11.                                    | 48. | 11 | 16. 6        | 16.                               | 18 | -21.                                   | 23 |
| 30 | M. S. André, ap....               | 7.32  | 11.                                    | 48. | 32 | 16. 5        | 16.                               | 22 | -21.                                   | 34 |

Le jour est de 9<sup>h</sup>52<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup> et de 8<sup>h</sup>33<sup>m</sup> le 30.Il décroît pendant ce mois de 1<sup>h</sup>19<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## LUNE. — Novembre 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 5.57              | 11.20                     | 16.33   | 30   | 13.39               | — 8° 2'     | 54'.16"   |
| 2            | 7. 5              | 12. 2                     | 16.50   | 1    | 14.23               | —13. 7      | 54. 5     |
| 3            | 8.13              | 12.46                     | 17.10   | 2    | 15. 8               | —17.40      | 53.58     |
| 4            | 9.22              | 13.32                     | 17.36   | 3    | 15.56               | —21.32      | 53.57     |
| 5            | 10.28             | 14.21                     | 18. 9   | 4    | 16.46               | —24.32      | 54. 1     |
| 6            | 11.29             | 15.11                     | 18.53   | 5    | 17.38               | —26.27      | 54.12     |
| 7            | 12.22             | 16. 3                     | 19.47   | 6    | 18.31               | —27.11      | 54.31     |
| 8            | 13. 4             | 16.55                     | 20.51   | 7    | 19.25               | —26.39      | 54.58     |
| 9            | 13.38             | 17.46                     | 22. 2   | 8    | 20.19               | —24.48      | 55.33     |
| 10           | 14. 5             | 18.36                     | 23.18   | 9    | 21.12               | —21.42      | 56.17     |
| 11           | 14.27             | 19.25                     |         | 10   | 22. 4               | —17.28      | 57. 8     |
| 12           | 14.46             | 20.13                     | 0.36    | 11   | 22.55               | —12.16      | 58. 4     |
| 13           | 15. 3             | 21. 2                     | 1.55    | 12   | 23.46               | — 6.18      | 59. 3     |
| 14           | 15.21             | 21.52                     | 3.17    | 13   | 0.37                | + 0.11      | 59.58     |
| 15           | 15.41             | 22.45                     | 4.41    | 14   | 1.29                | + 6.51      | 60.44     |
| 16           | 16. 4             | 23.42                     | 6. 9    | 15   | 2.25                | +13.18      | 61.15     |
| 17           | 16.35             |                           | 7.40    | 16   | 3.24                | +19. 1      | 61.28     |
| 18           | 17.16             | 0.44                      | 9. 9    | 17   | 4.27                | +23.30      | 61.20     |
| 19           | 18.11             | 1.48                      | 10.29   | 18   | 5.32                | +26.19      | 60.53     |
| 20           | 19.19             | 2.53                      | 11.34   | 19   | 6.39                | +27.11      | 60.10     |
| 21           | 20.36             | 3.56                      | 12.22   | 20   | 7.43                | +26.10      | 59.17     |
| 22           | 21.54             | 4.54                      | 12.56   | 21   | 8.43                | +23.32      | 58.20     |
| 23           | 23.10             | 5.46                      | 13.21   | 22   | 9.39                | +19.40      | 57.24     |
| 24           |                   | 6.34                      | 13.41   | 23   | 10.30               | +14.57      | 56.32     |
| 25           | 0.23              | 7.18                      | 13.57   | 24   | 11.17               | + 9.43      | 55.47     |
| 26           | 1.33              | 7.59                      | 14.11   | 25   | 12. 2               | + 4.14      | 55. 9     |
| 27           | 2.40              | 8.39                      | 14.25   | 26   | 12.45               | — 1.18      | 54.40     |
| 28           | 3.47              | 9.19                      | 14.40   | 27   | 13.28               | — 6.43      | 54.19     |
| 29           | 4.55              | 10. 1                     | 14.56   | 28   | 14.12               | —11.52      | 54. 5     |
| 30           | 6. 3              | 10.44                     | 15.15   | 29   | 14.57               | —16.33      | 53.58     |

N. L. le 2 à 2<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>P. Q. le 10 à 5<sup>h</sup> 38<sup>m</sup>P. L. le 17 à 0<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>D. Q. le 23 à 18<sup>h</sup> 22<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## SOLEIL. — Décembre 1910.

| Jour du mois | DÉCEMBRE<br>1910                 | LEVER |   | TEMPS<br>moyen<br>civil<br>à midi vrai |   | COU-<br>CHER |       | ASC.<br>droite<br>à midi<br>moyen |       | DÉCLIN.<br>australe<br>à midi<br>moyen |        |
|--------------|----------------------------------|-------|---|--|---|--------------|-------|-----------------------------------|-------|--|--------|
|              |                                  |       |   |  |   |              |       |                                   |       |  |        |
|              |                                  |       |   |  |   |              |       |                                   |       |  |        |
|              |                                  | h     | m | h                                      | m | s            | h     | m                                 | h     | m                                      | °      |
| 1            | J. S. Éloi .....                 | 7.33  |   | 11.48.54                               |   |              | 16.4  |                                   | 16.27 |  | -21.43 |
| 2            | V. Ste Bibiane .....             | 7.35  |   | 11.49.16                               |   |              | 16.4  |                                   | 16.31 |  | -21.53 |
| 3            | S. S. François Xavier            | 7.36  |   | 11.49.40                               |   |              | 16.3  |                                   | 16.35 |  | -22.2  |
| 4            | <sup>2</sup> D. Ste Barbe .....  | 7.37  |   | 11.50.3                                |   |              | 16.3  |                                   | 16.40 |  | -22.10 |
| 5            | L. S. Sabas, abbé ...            | 7.38  |   | 11.50.28                               |   |              | 16.3  |                                   | 16.44 |  | -22.18 |
| 6            | M. S. Nicolas .....              | 7.39  |   | 11.50.53                               |   |              | 16.2  |                                   | 16.48 |  | -22.26 |
| 7            | M. S. Gerbaud .....              | 7.40  |   | 11.51.18                               |   |              | 16.2  |                                   | 16.53 |  | -22.33 |
| 8            | J. <i>Imm. Concept.</i> ..       | 7.42  |   | 11.51.44                               |   |              | 16.2  |                                   | 16.57 |  | -22.40 |
| 9            | V. Ste Léocadie .....            | 7.43  |   | 11.52.10                               |   |              | 16.2  |                                   | 17.2  |  | -22.46 |
| 10           | S. Ste Valérie .....             | 7.44  |   | 11.52.37                               |   |              | 16.1  |                                   | 17.6  |  | -22.52 |
| 11           | <sup>3</sup> D. S. Damasc, pape. | 7.45  |   | 11.53.4                                |   |              | 16.1  |                                   | 17.10 |  | -22.58 |
| 12           | L. S. Corentin .....             | 7.46  |   | 11.53.32                               |   |              | 16.1  |                                   | 17.15 |  | -23.3  |
| 13           | M. Ste Luce, m. ....             | 7.46  |   | 11.54.0                                |   |              | 16.1  |                                   | 17.19 |  | -23.7  |
| 14           | M. Ste Odile....Q. T.            | 7.47  |   | 11.54.28                               |   |              | 16.1  |                                   | 17.24 |  | -23.11 |
| 15           | J. S. Mesmin .....               | 7.48  |   | 11.54.57                               |   |              | 16.2  |                                   | 17.28 |  | -23.15 |
| 16           | V. S. Adon .....                 | 7.49  |   | 11.55.26                               |   |              | 16.2  |                                   | 17.32 |  | -23.18 |
| 17           | S. S. Lazare .....               | 7.50  |   | 11.55.55                               |   |              | 16.2  |                                   | 17.37 |  | -23.21 |
| 18           | <sup>4</sup> D. S. Gatien .....  | 7.51  |   | 11.56.24                               |   |              | 16.2  |                                   | 17.41 |  | -23.23 |
| 19           | L. S. Timothée .....             | 7.51  |   | 11.56.54                               |   |              | 16.2  |                                   | 17.46 |  | -23.25 |
| 20           | M. S. Philogone .....            | 7.52  |   | 11.57.23                               |   |              | 16.3  |                                   | 17.50 |  | -23.26 |
| 21           | M. S. Thomas, ap....             | 7.52  |   | 11.57.53                               |   |              | 16.3  |                                   | 17.55 |  | -23.27 |
| 22           | J. S. Honorat .....              | 7.53  |   | 11.58.23                               |   |              | 16.4  |                                   | 17.59 |  | -23.27 |
| 23           | V. Ste Victoire .....            | 7.54  |   | 11.58.53                               |   |              | 16.4  |                                   | 18.3  |  | -23.27 |
| 24           | S. S. Delphin .....              | 7.54  |   | 11.59.23                               |   |              | 16.5  |                                   | 18.8  |  | -23.26 |
| 25           | D. NOEL .....                    | 7.54  |   | 11.59.53                               |   |              | 16.5  |                                   | 18.12 |  | -23.25 |
| 26           | L. S. Étienne .....              | 7.55  |   | 12.0.23                                |   |              | 16.6  |                                   | 18.17 |  | -23.24 |
| 27           | M. S. Jean, évang. ...           | 7.55  |   | 12.0.53                                |   |              | 16.7  |                                   | 18.21 |  | -23.22 |
| 28           | M. SS. Innocents ....            | 7.55  |   | 12.1.22                                |   |              | 16.7  |                                   | 18.26 |  | -23.19 |
| 29           | J. S. Trophime .....             | 7.55  |   | 12.1.51                                |   |              | 16.8  |                                   | 18.30 |  | -23.16 |
| 30           | V. S. Sabin, év .....            | 7.56  |   | 12.2.21                                |   |              | 16.9  |                                   | 18.35 |  | -23.13 |
| 31           | S. S. Sylvestre .....            | 7.56  |   | 12.2.50                                |   |              | 16.10 |                                   | 18.39 |  | -23.9  |

Le jour est de 8<sup>h</sup> 31<sup>m</sup> le 1<sup>er</sup>, de 8<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> le 23 et de 8<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> le 31.

Il décroît de 21<sup>m</sup> du 1<sup>er</sup> au 23 et croît de 4<sup>m</sup> du 23 au 31.

Les données se rapportent au centre du Soleil.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.



## LUNE. — Décembre 1910.

| Jour du mois | Temps moyen civil |                           |         | JOUR | A minuit moyen      |             |           |
|--------------|-------------------|---------------------------|---------|------|---------------------|-------------|-----------|
|              | LEVER             | PASSAGE<br>AU<br>méridien | COUCHER |      | ASCENSION<br>droite | DÉCLINAISON | PARALLAXE |
|              | h m               | h m                       | h m     |      | h m                 |             |           |
| 1            | 7.12              | 11.29                     | 15.39   | 1    | 15.44               | —20.37      | 53.56"    |
| 2            | 8.19              | 12.17                     | 16.10   | 2    | 16.33               | —23.51      | 54. 0     |
| 3            | 9.22              | 13. 7                     | 16.50   | 3    | 17.24               | —26. 3      | 54. 9     |
| 4            | 10.18             | 13.59                     | 17.41   | 4    | 18.18               | —27. 6      | 54.22     |
| 5            | 11. 4             | 14.51                     | 18.42   | 5    | 19.12               | —26.51      | 54.41     |
| 6            | 11.40             | 15.42                     | 19.51   | 6    | 20. 6               | —25.19      | 55. 5     |
| 7            | 12. 8             | 16.32                     | 21. 4   | 7    | 20.59               | —22.33      | 55.36     |
| 8            | 12.31             | 17.20                     | 22.19   | 8    | 21.50               | —18.41      | 56.13     |
| 9            | 12.50             | 18. 6                     | 23.35   | 9    | 22.40               | —13.52      | 56.56     |
| 10           | 13. 7             | 18.53                     |         | 10   | 23.29               | — 8.18      | 57.45     |
| 11           | 13.24             | 19.40                     | 0.52    | 11   | 0.18                | — 2.11      | 58.36     |
| 12           | 13.42             | 20.29                     | 2.12    | 12   | 1. 8                | + 4.12      | 59.27     |
| 13           | 14. 3             | 21.23                     | 3.35    | 13   | 2. 0                | +10.34      | 60.14     |
| 14           | 14.29             | 22.21                     | 5. 3    | 14   | 2.56                | +16.31      | 60.50     |
| 15           | 15. 4             | 23.24                     | 6.32    | 15   | 3.56                | +21.33      | 61.12     |
| 16           | 15.51             |                           | 7.58    | 16   | 5. 0                | +25.11      | 61.15     |
| 17           | 16.54             | 0.30                      | 9.13    | 17   | 6. 8                | +26.59      | 60.58     |
| 18           | 18.10             | 1.36                      | 10.11   | 18   | 7.15                | +26.47      | 60.24     |
| 19           | 19.31             | 2.38                      | 10.52   | 19   | 8.19                | +24.43      | 59.36     |
| 20           | 20.51             | 3.35                      | 11.22   | 20   | 9.18                | +21. 9      | 58.40     |
| 21           | 22. 8             | 4.26                      | 11.45   | 21   | 10.12               | +16.33      | 57.41     |
| 22           | 23.20             | 5.13                      | 12. 3   | 22   | 11. 2               | +11.18      | 56.45     |
| 23           |                   | 5.56                      | 12.18   | 23   | 11.49               | + 5.45      | 55.55     |
| 24           | 0.29              | 6.37                      | 12.32   | 24   | 12.33               | + 0. 7      | 55.14     |
| 25           | 1.37              | 7.18                      | 12.47   | 25   | 13.16               | — 5.24      | 54.41     |
| 26           | 2.45              | 7.59                      | 13. 2   | 26   | 14. 0               | —10.38      | 54.19     |
| 27           | 3.53              | 8.41                      | 13.20   | 27   | 14.44               | —15.26      | 54. 5     |
| 28           | 5. 1              | 9.26                      | 13.43   | 28   | 15.31               | —19.39      | 54. 1     |
| 29           | 6. 9              | 10.13                     | 14.11   | 29   | 16.19               | —23. 6      | 54. 4     |
| 30           | 7.14              | 11. 3                     | 14.48   | 30   | 17.10               | —25.35      | 54.13     |
| 31           | 8.13              | 11.55                     | 15.36   | 1    | 18. 4               | —26.55      | 54.27     |

N. L. le 1 à 21<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>P. Q. le 9 à 19<sup>h</sup> 14<sup>m</sup>P. L. le 16 à 11<sup>h</sup> 14<sup>m</sup>D. Q. le 23 à 10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>N. L. le 31 à 16<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>

Les données se rapportent au centre de la Lune.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

## MERCURE 1910

| DATES     | Temps moyen civil |                           |         | A minuit moyen    |                  |  |
|-----------|-------------------|---------------------------|---------|-------------------|------------------|--|
|           | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER | ASCENS.<br>droite | DÉCLI-<br>NAISON | DISTANCE<br>à la<br>Terre <sup>(1)</sup> . |
|           | h m               | h m                       | h m     | h m               |                  |  |
| Janv. 1   | 9. 5              | 13.15                     | 17.25   | 19.52             | -22.58           | 1,204                                      |
| 13        | 8.47              | 13.25                     | 18. 5   | 20.53             | -17.44           | 0,916                                      |
| 25        | 7.29              | 12.17                     | 17. 5   | 20.35             | -15.24           | 0,669                                      |
| Févr. 6   | 6.14              | 10.49                     | 15.24   | 19.52             | -18. 4           | 0,738                                      |
| 18        | 5.58              | 10.28                     | 14.58   | 20.17             | -19.13           | 0,934                                      |
| Mars 2    | 5.58              | 10.39                     | 15.21   | 21.14             | -17.20           | 1,110                                      |
| 14        | 5.55              | 11. 2                     | 16.10   | 22.24             | -12.20           | 1,245                                      |
| 26        | 5.47              | 11.32                     | 17.18   | 23.41             | - 4.21           | 1,332                                      |
| Avril 7   | 5.36              | 12.10                     | 18.46   | 1. 5              | + 6. 7           | 1,332                                      |
| 19        | 5.27              | 12.53                     | 20.22   | 2.36              | +16.43           | 1,167                                      |
| Mai 1     | 5.19              | 13.19                     | 21.19   | 3.50              | +22.49           | 0,886                                      |
| 13        | 5. 0              | 13. 1                     | 21. 1   | 4.22              | +23.15           | 0,652                                      |
| 25        | 4.22              | 11.59                     | 19.35   | 4. 9              | +19.31           | 0,551                                      |
| Juin 6    | 3.35              | 10.55                     | 18.15   | 3.51              | +16. 9           | 0,608                                      |
| 18        | 3. 0              | 10.27                     | 17.55   | 4. 9              | +17.14           | 0,788                                      |
| 30        | 2.49              | 10.39                     | 18.31   | 5. 7              | +21. 9           | 1,036                                      |
| Juill. 12 | 3.22              | 11.29                     | 19.36   | 6.43              | +23.43           | 1,267                                      |
| 24        | 4.43              | 12.31                     | 20.16   | 8.32              | +20.43           | 1,339                                      |
| Août 5    | 6. 6              | 13.13                     | 20.18   | 10. 2             | +13.25           | 1,265                                      |
| 17        | 7. 8              | 13.34                     | 19.58   | 11.12             | + 5. 2           | 1,130                                      |
| 29        | 7.47              | 13.38                     | 19.27   | 12. 4             | - 2.35           | 0,965                                      |
| Sept. 10  | 7.51              | 13.19                     | 18.46   | 12.33             | - 7.34           | 0,785                                      |
| 22        | 6.42              | 12.16                     | 17.52   | 12.20             | - 6. 6           | 0,653                                      |
| Oct. 4    | 4.49              | 10.57                     | 17. 7   | 11.46             | + 1.17           | 0,760                                      |
| 16        | 4.43              | 10.46                     | 16.48   | 12.20             | - 0. 2           | 1,081                                      |
| 28        | 5.42              | 11. 9                     | 16.35   | 13.30             | - 7.45           | 1,322                                      |
| Nov. 9    | 6.48              | 11.37                     | 16.24   | 14.45             | -15.36           | 1,431                                      |
| 21        | 7.50              | 12. 6                     | 16.21   | 16. 1             | -21.39           | 1,443                                      |
| Déc. 3    | 8.44              | 12.39                     | 16.33   | 17.21             | -25. 8           | 1,372                                      |
| 15        | 9.18              | 13.11                     | 17. 5   | 18.41             | -25.24           | 1,210                                      |
| 27        | 9.13              | 13.26                     | 17.39   | 19.44             | -22.23           | 0,941                                      |

Les données se rapportent au centre de Mercure.  
Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

(1) L'unité de distance est la distance moyenne de ☿ au ☉.

## VÉNUS 1910

| DATES     | Temps moyen civil |                           |         | A minuit moyen    |                  |                               |
|-----------|-------------------|---------------------------|---------|-------------------|------------------|-------------------------------|
|           | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER | ASCENS.<br>droite | DÉCLI-<br>NAISON | DISTANCE<br>à la<br>Terre (1) |
|           | h m               | h m                       | h m     | h m               |                  |                               |
| Janv. 1   | 10. 3             | 15. 1                     | 19.59   | 21.41             | -14. 5           | 0,457                         |
| 13        | 9.17              | 14.34                     | 19.52   | 22. 2             | - 9.58           | 0,379                         |
| 25        | 8.17              | 13.48                     | 19.20   | 22. 5             | - 6.49           | 0,315                         |
| Févr. 6   | 7. 6              | 12.42                     | 18.18   | 21.46             | - 5.40           | 0,277                         |
| 18        | 5.56              | 11.26                     | 16.56   | 21.18             | - 6.50           | 0,278                         |
| Mars 3    | 5. 4              | 10.25                     | 15.45   | 21. 2             | - 8.56           | 0,318                         |
| 14        | 4.31              | 9.45                      | 15. 0   | 21. 9             | -10.21           | 0,385                         |
| 26        | 4. 9              | 9.24                      | 14.38   | 21.34             | -10.28           | 0,467                         |
| Avril 7   | 3.52              | 9.13                      | 14.34   | 22.10             | - 9.11           | 0,558                         |
| 19        | 3.35              | 9. 8                      | 14.41   | 22.53             | - 6.38           | 0,652                         |
| Mai 1     | 3.16              | 9. 6                      | 14.56   | 23.38             | - 3. 7           | 0,747                         |
| 13        | 2.57              | 9. 6                      | 15.15   | 0.25              | + 1. 6           | 0,842                         |
| 25        | 2.38              | 9. 7                      | 15.38   | 1.14              | + 5.41           | 0,936                         |
| Juin 6    | 2.20              | 9.11                      | 16. 4   | 2. 5              | +10.18           | 1,027                         |
| 18        | 2. 3              | 9.17                      | 16.31   | 2.58              | +14.37           | 1,115                         |
| 30        | 1.52              | 9.26                      | 16.59   | 3.54              | +18.17           | 1,199                         |
| Juill. 12 | 1.48              | 9.37                      | 17.26   | 4.52              | +20.58           | 1,277                         |
| 24        | 1.53              | 9.50                      | 17.48   | 5.53              | +22.24           | 1,351                         |
| Août 5    | 2. 8              | 10. 5                     | 18. 2   | 6.55              | +22.22           | 1,418                         |
| 17        | 2.33              | 10.20                     | 18. 7   | 7.57              | +20.49           | 1,479                         |
| 29        | 3. 3              | 10.33                     | 18. 2   | 8.58              | +17.50           | 1,532                         |
| Sept. 10  | 3.36              | 10.45                     | 17.51   | 9.57              | +13.38           | 1,579                         |
| 22        | 4.11              | 10.54                     | 17.35   | 10.53             | + 8.31           | 1,619                         |
| Oct. 4    | 4.46              | 11. 2                     | 17.17   | 11.49             | + 2.49           | 1,651                         |
| 16        | 5.21              | 11. 9                     | 16.57   | 12.44             | - 3. 9           | 1,676                         |
| 28        | 5.56              | 11.18                     | 16.38   | 13.39             | - 8.59           | 1,694                         |
| Nov. 9    | 6.33              | 11. 8                     | 16.23   | 14.37             | -14.21           | 1,706                         |
| 21        | 7. 9              | 11.41                     | 16.12   | 15.37             | -18.51           | 1,712                         |
| Déc. 3    | 7.44              | 11.57                     | 16.10   | 16.40             | -22. 7           | 1,711                         |
| 15        | 8.12              | 12.15                     | 16.18   | 17.45             | -23.50           | 1,704                         |
| 27        | 8.30              | 12.34                     | 16.37   | 18.51             | -23.47           | 1,692                         |

Les données se rapportent au centre de Vénus.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

(1) L'unité de distance est la distance moyenne de ☿ au ☉.

## MARS 1910

| DATES     | Temps moyen civil |                           |         | A minuit moyen    |                  |  |
|-----------|-------------------|---------------------------|---------|-------------------|------------------|--|
|           | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER | ASCENS.<br>droite | DÉCLI-<br>NAISON | DISTANCE<br>à la<br>Terre <sup>(1)</sup> |
|           | h m               | h m                       | h m     | h m               |                  |  |
| Janv. 1   | 11.47             | 18.25                     | 1. 4    | 1. 5              | + 7.26           | 0,996                                    |
| 13        | 11.11             | 18. 1                     | 0.53    | 1.29              | +10. 5           | 1,107                                    |
| 25        | 10.36             | 17.40                     | 0.44    | 1.55              | +12.41           | 1,221                                    |
| Févr. 6   | 10. 3             | 17.19                     | 0.37    | 2.21              | +15.10           | 1,336                                    |
| 18        | 9.32              | 17. 0                     | 0.30    | 2.50              | +17.29           | 1,451                                    |
| Mars 2    | 9. 3              | 16.42                     | 0.23    | 3.19              | +19.34           | 1,565                                    |
| 14        | 8.35              | 16.25                     | 0.17    | 3.49              | +21.21           | 1,678                                    |
| 26        | 8.10              | 16. 9                     | 0.10    | 4.21              | +22.48           | 1,788                                    |
| Avril 7   | 7.48              | 15.54                     | 0. 1    | 4.52              | +23.53           | 1,894                                    |
| 19        | 7.29              | 15.39                     | *23.50  | 5.25              | +24.33           | 1,995                                    |
| Mai 1     | 7.13              | 15.25                     | 23.36   | 5.58              | +24.48           | 2,091                                    |
| 13        | 7. 0              | 15.10                     | 23.20   | 6.30              | +24.37           | 2,181                                    |
| 25        | 6.49              | 14.55                     | 23. 1   | 7. 3              | +24. 0           | 2,265                                    |
| Juin 6    | 6.41              | 14.40                     | 22.39   | 7.35              | +22.58           | 2,341                                    |
| 18        | 6.34              | 14.25                     | 22.15   | 8. 7              | +21.33           | 2,410                                    |
| 30        | 6.28              | 14. 8                     | 21.48   | 8.38              | +19.48           | 2,471                                    |
| Juill. 12 | 6.23              | 13.52                     | 21.20   | 9. 8              | +17.42           | 2,524                                    |
| 24        | 6.18              | 13.34                     | 20.49   | 9.38              | +15.21           | 2,568                                    |
| Août 5    | 6.13              | 13.16                     | 20.18   | 10. 7             | +12.45           | 2,603                                    |
| 17        | 6. 8              | 12.57                     | 19.46   | 10.36             | + 9.57           | 2,629                                    |
| 29        | 6. 4              | 12.39                     | 19.13   | 11. 5             | + 7. 0           | 2,645                                    |
| Sept. 10  | 5.59              | 12.20                     | 18.39   | 11.33             | + 3.55           | 2,652                                    |
| 22        | 5.54              | 12. 1                     | 18. 6   | 12. 1             | + 0.47           | 2,650                                    |
| Oct. 4    | 5.50              | 11.42                     | 17.33   | 12.30             | — 2.23           | 2,639                                    |
| 16        | 5.46              | 11.24                     | 17. 0   | 12.59             | — 5.32           | 2,619                                    |
| 28        | 5.43              | 11. 6                     | 16.27   | 13.28             | — 8.37           | 2,590                                    |
| Nov. 9    | 5.40              | 10.49                     | 15.57   | 13.59             | —11.34           | 2,552                                    |
| 21        | 5.38              | 10.33                     | 15.28   | 14.30             | —14.21           | 2,507                                    |
| Déc. 3    | 5.36              | 10.18                     | 15. 0   | 15. 2             | —16.53           | 2,454                                    |
| 15        | 5.34              | 10. 4                     | 14.34   | 15.36             | —19. 8           | 2,395                                    |
| 27        | 5.32              | 9.51                      | 14.11   | 16.10             | —21. 0           | 2,330                                    |

\* Le 8 avril : coucher à 0h 0m et à 23h 59m.

Les données se rapportent au centre de Jupiter.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

(1) L'unité de distance est la distance moyenne de  $\odot$  au  $\oplus$ .

## JUPITER 1910

| DATES     | Temps moyen civil |                           |         | A minuit moyen    |                  |  |
|-----------|-------------------|---------------------------|---------|-------------------|------------------|--|
|           | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>meridien | COUCHER | ASCENS.<br>droite | DÉCLI-<br>NAISON | DISTANCE<br>à la<br>Terre <sup>(1)</sup> |
|           | h m               | h m                       | h m     | h m               |                  |  |
| Janv. 1   | *0.27             | 6.11                      | 11.55   | 12.51             | — 4. 2           | 5,422                                    |
| 13        | 23.41             | 5.27                      | 11.10   | 12.54             | — 4.19           | 5,229                                    |
| 25        | 22.55             | 4.41                      | 10.23   | 12.56             | — 4.25           | 5,041                                    |
| Févr. 6   | 22. 7             | 3.54                      | 9.36    | 12.56             | — 4.21           | 4,866                                    |
| 18        | 21.17             | 3. 5                      | 8.48    | 12.54             | — 4. 7           | 4,714                                    |
| Mars 2    | 20.25             | 2.14                      | 8. 0    | 12.50             | — 3.44           | 4,591                                    |
| 14        | 19.31             | 1.23                      | 7.10    | 12.46             | — 3.13           | 4,504                                    |
| 26        | 18.35             | 0.30                      | 6.21    | 12.40             | — 2.37           | 4,460                                    |
| Avril 7   | 17.40             | *23.33                    | 5.31    | 12.35             | — 2. 1           | 4,460                                    |
| 19        | 16.45             | 22.40                     | 4.40    | 12.29             | — 1.27           | 4,503                                    |
| Mai 1     | 15.51             | 21.49                     | 3.51    | 12.25             | — 1. 0           | 4,586                                    |
| 13        | 14.59             | 20.58                     | 3. 2    | 12.22             | — 0.41           | 4,705                                    |
| 25        | 14. 9             | 20. 9                     | 2.14    | 12.20             | — 0.31           | 4,852                                    |
| Juin 6    | 13.22             | 19.22                     | 1.26    | 12.19             | — 0.33           | 5,019                                    |
| 18        | 12.37             | 18.36                     | 0.39    | 12.21             | — 0.44           | 5,199                                    |
| 30        | 11.54             | 17.52                     | *23.49  | 12.23             | — 1. 5           | 5,385                                    |
| Juill. 12 | 11.14             | 17. 9                     | 23. 4   | 12.27             | — 1.35           | 5,570                                    |
| 24        | 10.35             | 16.27                     | 22.19   | 12.33             | — 2.11           | 5,748                                    |
| Août 5    | 9.57              | 15.46                     | 21.35   | 12.39             | — 2.55           | 5,914                                    |
| 17        | 9.21              | 15. 6                     | 20.52   | 12.46             | — 3.43           | 6,063                                    |
| 29        | 8.46              | 14.27                     | 20. 9   | 12.54             | — 4.35           | 6,192                                    |
| Sept. 10  | 8.11              | 13.49                     | 19.26   | 13. 3             | — 5.31           | 6,296                                    |
| 22        | 7.38              | 13.10                     | 18.43   | 13.12             | — 6.28           | 6,374                                    |
| Oct. 4    | 7. 5              | 12.33                     | 18. 1   | 13.22             | — 7.26           | 6,424                                    |
| 16        | 6.32              | 11.55                     | 17.19   | 13.31             | — 8.24           | 6,443                                    |
| 28        | 5.59              | 11.18                     | 16.37   | 13.41             | — 9.21           | 6,431                                    |
| Nov. 9    | 5.26              | 10.40                     | 15.55   | 13.51             | —10.17           | 6,389                                    |
| 21        | 4.52              | 10. 3                     | 15.14   | 14. 1             | —11. 9           | 6,316                                    |
| Déc. 3    | 4.18              | 9.25                      | 14.32   | 14.10             | —11.58           | 6,215                                    |
| 15        | 3.43              | 8.46                      | 13.50   | 14.19             | —12.42           | 6,087                                    |
| 27        | 3. 8              | 8. 7                      | 13. 7   | 14.27             | —13.21           | 5,935                                    |

\* Le 8 janvier : lever à 0h2<sup>m</sup> et à 23h58<sup>m</sup>; le 1<sup>er</sup> avril : passage à 0h4<sup>m</sup> et à 23h59<sup>m</sup>; le 28 juin : coucher à 0h1<sup>m</sup> et à 23h57<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre de Jupiter.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

(1) L'unité de distance est la distance moyenne de  $\delta$  au  $\odot$ .

## SATURNE 1910

| DATES     | Temps moyen civil |                           |         | A minuit moyen    |                  |  |
|-----------|-------------------|---------------------------|---------|-------------------|------------------|--|
|           | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER | ASCENS.<br>droite | DÉCLI-<br>NAISON | DISTANCE<br>à la<br>Terre <sup>(1)</sup> |
|           | h m               | h m                       | h m     | h m               |                  |  |
| Janv. 1   | 12. 1             | 18.23                     | 0.48    | 1. 5              | + 4. 9           | 9,157                                    |
| 13        | 11.15             | 17.37                     | 0. 3    | 1. 6              | + 4.21           | 9,356                                    |
| 25        | 10.28             | 16.52                     | 23.59   | 1. 8              | + 4.38           | 9,551                                    |
| Févr. 6   | 9.43              | 16. 8                     | 23.16   | 1.12              | + 5. 1           | 9,735                                    |
| 18        | 8.57              | 15.25                     | 22.34   | 1.15              | + 5.27           | 9,900                                    |
| Mars 2    | 8.12              | 14.42                     | 21.53   | 1.20              | + 5.57           | 10,042                                   |
| 14        | 7.27              | 14. 0                     | 21.12   | 1.25              | + 6.28           | 10,156                                   |
| 26        | 6.43              | 13.18                     | 20.32   | 1.30              | + 7. 1           | 10,237                                   |
| Avril 7   | 5.59              | 12.36                     | 19.53   | 1.36              | + 7.34           | 10,285                                   |
| 19        | 5.15              | 11.55                     | 19.14   | 1.42              | + 8. 8           | 10,297                                   |
| Mai 1     | 4.31              | 11.13                     | 18.35   | 1.47              | + 8.40           | 10,274                                   |
| 13        | 3.47              | 10.32                     | 17.56   | 1.53              | + 9.11           | 10,217                                   |
| 25        | 3. 3              | 9.50                      | 17.17   | 1.58              | + 9.40           | 10,127                                   |
| Juin 6    | 2.19              | 9. 8                      | 16.38   | 2. 3              | +10. 5           | 10,007                                   |
| 18        | 1.34              | 8.25                      | 15.58   | 2. 8              | +10.28           | 9,861                                    |
| 30        | 0.49              | 7.42                      | 15.17   | 2.12              | +10.47           | 9,693                                    |
| Juill. 12 | *0. 4             | 6.58                      | 14.35   | 2.15              | +11. 2           | 9,509                                    |
| 24        | 23.15             | 6.14                      | 13.53   | 2.18              | +11.12           | 9,314                                    |
| Août 5    | 22.29             | 5.28                      | 13. 9   | 2.20              | +11.17           | 9,116                                    |
| 17        | 21.43             | 4.42                      | 12.23   | 2.20              | +11.18           | 8,921                                    |
| 29        | 20.56             | 3.54                      | 11.37   | 2.20              | +11.14           | 8,737                                    |
| Sept. 10  | 20. 8             | 3. 6                      | 10.49   | 2.19              | +11. 4           | 8,573                                    |
| 22        | 19.30             | 2.17                      | 10. 0   | 2.17              | +10.52           | 8,436                                    |
| Oct. 4    | 18.31             | 1.27                      | 9.10    | 2.14              | +10.35           | 8,333                                    |
| 16        | 17.42             | 0.36                      | 8.19    | 2.11              | +10.17           | 8,270                                    |
| 28        | 16.53             | *23.41                    | 7.26    | 2. 7              | + 9.57           | 8,250                                    |
| Nov. 9    | 16. 3             | 22.50                     | 6.33    | 2. 4              | + 9.39           | 8,274                                    |
| 21        | 15.14             | 22. 0                     | 5.42    | 2. 0              | + 9.22           | 8,343                                    |
| Déc. 3    | 14.25             | 21.10                     | 4.50    | 1.57              | + 9.10           | 8,451                                    |
| 15        | 13.37             | 20.21                     | 3.59    | 1.55              | + 9. 2           | 8,593                                    |
| 27        | 12.49             | 19.33                     | 3. 9    | 1.51              | + 8.59           | 8,763                                    |

\* Le 13 juillet : lever à 0h<sup>00</sup>m et à 23h 57<sup>m</sup> ; le 21 octobre : passage à 0h 2m et à 23h 58<sup>m</sup>.

Les données se rapportent au centre de Saturne.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris

(<sup>1</sup>) L'unité de distance est la distance moyenne de ☿ au ☉.

| DATES | Temps moyen civil |                           |         | A minuit moyen    |                  |                               |
|-------|-------------------|---------------------------|---------|-------------------|------------------|-------------------------------|
|       | LEVER             | PASSAGE<br>au<br>méridien | COUCHER | ASCENS.<br>droite | DÉCLI-<br>NAISON | DISTANCE<br>à la<br>Terre (1) |

## URANUS 1910

|        |    | h m   | h m   | h m   | h m   |        |        |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Janv.  | 1  | 8.37  | 12.48 | 16.59 | 19.29 | -22.20 | 20,599 |
|        | 31 | 6.45  | 10.57 | 15.11 | 19.36 | -22.4  | 20,573 |
| Mars   | 2  | 4.52  | 9.6   | 13.21 | 19.43 | -21.48 | 20,310 |
| Avril  | 1  | 2.57  | 7.13  | 11.28 | 19.48 | -21.38 | 19,874 |
| Mai    | 1  | *1.0  | 5.16  | 9.32  | 19.49 | -21.35 | 19,376 |
|        | 31 | 22.57 | 3.17  | 7.32  | 19.48 | -21.40 | 18,942 |
| Juin   | 30 | 20.56 | *1.15 | 5.29  | 19.44 | -21.51 | 18,686 |
| Juill. | 30 | 18.55 | 23.8  | 3.25  | 19.38 | -22.3  | 18,678 |
| Août   | 29 | 16.53 | 21.5  | *1.22 | 19.34 | -22.12 | 18,922 |
| Sept.  | 28 | 14.54 | 19.6  | 23.17 | 19.32 | -22.16 | 19,356 |
| Oct.   | 28 | 12.57 | 17.9  | 21.21 | 19.34 | -22.13 | 19,866 |
| Nov.   | 27 | 11.2  | 15.15 | 19.28 | 19.38 | -22.3  | 20,324 |
| Déc.   | 27 | 9.9   | 13.24 | 17.39 | 19.44 | -21.47 | 20,614 |

\* Le 16 mai : lever à 0h1m et à 23h57m ; le 18 juillet : passage à 0h1m et à 23h57m ; le 18 septembre : coucher à 0h1m et à 23h57m.

## NEPTUNE 1910

|        |    | h m   | h m   | h m   | h m  |        |        |
|--------|----|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| Janv.  | 1  | 16.45 | *0.39 | 8.29  | 7.18 | +21.31 | 28,984 |
|        | 31 | 14.43 | 22.34 | 6.27  | 7.15 | +21.37 | 29,048 |
| Mars   | 2  | 12.42 | 20.33 | 4.28  | 7.12 | +21.43 | 29,362 |
| Avril  | 1  | 10.43 | 18.34 | 2.30  | 7.11 | +21.45 | 29,835 |
| Mai    | 1  | 8.47  | 16.38 | *0.33 | 7.13 | +21.44 | 30,337 |
|        | 31 | 6.52  | 14.43 | 22.34 | 7.16 | +21.39 | 30,742 |
| Juin   | 30 | 4.59  | 12.50 | 20.49 | 7.20 | +21.32 | 30,957 |
| Juill. | 30 | 3.7   | 10.56 | 18.46 | 7.25 | +21.23 | 30,934 |
| Août   | 29 | *1.14 | 9.2   | 16.51 | 7.29 | +21.13 | 30,679 |
| Sept.  | 28 | 23.16 | 7.7   | 14.55 | 7.32 | +21.7  | 30,246 |
| Oct.   | 28 | 21.19 | 5.10  | 12.58 | 7.33 | +21.5  | 29,739 |
| Nov.   | 27 | 19.19 | 3.11  | 10.59 | 7.32 | +21.8  | 29,287 |
| Déc.   | 27 | 17.18 | 1.10  | 8.59  | 7.29 | +21.14 | 29,019 |

\* Le 10 janvier : passage à 0h3m et à 23h59m ; le 9 mai : coucher à 0h2m et à 23h58m ; le 17 septembre : lever à 0h2m et à 23h58m.

Les données se rapportent au centre de la planète.

Les levers et couchers sont rapportés à l'horizon de Paris.

(1) L'unité de distance est la distance moyenne de  $\odot$  au  $\oplus$ .

## CALENDRIER GRÉGORIEN (nouveau style).

Jusqu'en 1582, on a fait usage du calendrier julien (*voir* p. 45), basé sur une année de 365<sup>j</sup>,25, tandis que la valeur moyenne de l'année tropique est, pour 1910, de 365<sup>j</sup>,2421982 ou 365<sup>j</sup> 5<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 45<sup>s</sup>,922. La différence, de 0<sup>j</sup>,0078018 par an, s'élève à 1 jour en 128 ans et à 3<sup>j</sup>,12072 en 400 ans. L'année civile adoptée dans le calendrier julien étant trop longue, son commencement retardait sans cesse sur celui de l'année solaire; l'écart était de 10 jours à la fin du xvi<sup>e</sup> siècle. Pour faire disparaître ce retard, le pape Grégoire XIII ordonna que le lendemain du jeudi 4 octobre 1582 s'appellerait le vendredi 15 octobre de l'année 1582.

En France, le retranchement de 10 jours dans le calendrier n'eut lieu qu'au mois de décembre suivant, par lettres patentes du roi Henri III, et le dimanche 9 décembre 1582 fut immédiatement suivi du lundi 20 décembre 1582.

Le calendrier grégorien a remplacé successivement, depuis 1582, le calendrier julien dans la plus grande partie de l'Europe.

Après cette correction de dix jours, on continua l'intercalation julienne d'un jour tous les 4 ans. Mais, comme elle produit un retard de 3 jours environ en 400 ans, on convint de supprimer le jour intercalaire dans les trois années 1700, 1800, 1900, et l'on arrêta que, dans la suite, trois années séculaires communes seraient toujours suivies d'une année séculaire bissextile.

L'année 1600 étant bissextile dans les calendriers julien et grégorien, l'avance de ce dernier est restée de 10 jours jusqu'au 1<sup>er</sup> mars 1700 (grégorien); elle a été ensuite de 11 jours jusqu'au 1<sup>er</sup> mars 1800 et de 12 jours jusqu'au 1<sup>er</sup> mars 1900. Maintenant elle est de 13 jours; il suffit donc d'ajouter treize jours, à une date du calendrier julien, pour avoir la date correspondante du calendrier grégorien.



ARTICLES PRINCIPAUX DU COMPUT <sup>(1)</sup>.

**Année bissextile.** — Une année, non séculaire, est bissextile si le nombre formé par les deux chiffres de droite du millésime est divisible par 4. Pour qu'une année séculaire soit bissextile, il faut que le nombre formé par les centaines du millésime soit divisible par 4. Dans les années bissextiles, février a 29 jours; dans le calendrier ecclésiastique, l'intercalation d'un jour se fait entre le 23 et le 24.

Dans le calendrier civil, ce jour supplémentaire se place après le 28.

**Indiction romaine.** — Période de 15 années qui, à proprement parler, ne sert pas directement dans le comput. Son emploi se borne à fournir une simple notation chronologique.

*Règle pour trouver l'indiction :* ajouter 3 au millésime et diviser par 15; le reste est l'indiction. Si le reste est 0, l'indiction est 15.

**Cycle solaire.** — Période de 28 années, formée par le produit de 7, nombre des jours de la semaine, par le nombre 4, période des années bissextiles; elle a pour but de ramener les lettres dominicales dans le même ordre. Comme, dans le calendrier grégorien, les années séculaires ne sont bissextiles que de 4 en 4, l'ordre des lettres dominicales change avec chaque siècle dont l'année séculaire n'est pas bissextile.

*Règle pour trouver le cycle solaire :* ajouter 9 au millésime et diviser par 28; le reste est le cycle solaire. Si le reste est 0, le cycle est 28.

Le Tableau de la page 40 donne immédiatement le cycle solaire d'une année comprise entre 1582 et 5699.

**Lettre dominicale.** — Cycle formé des sept premières lettres de l'alphabet et qui sert à indiquer les dimanches de l'année.

Les années bissextiles ont deux lettres domini-

(1) Voir pour plus de détails l'*Annuaire* de 1905.

cales ; pratiquement, la première sert du 1<sup>er</sup> janvier à la fin de février ; la seconde à partir du 1<sup>er</sup> mars.

Pour trouver la lettre dominicale d'une année quelconque, comprise entre 1582 et 5699, il suffit d'entrer dans la Table de la page 41, avec le millésime de l'année. Pour les années séculaires, on fera usage de la première ligne de la Table, correspondant à l'année 0.

**Nombre d'or ou Cycle lunaire.** — Période de 19 années, après laquelle les nouvelles lunes reviennent à peu près aux mêmes dates.

*Règle pour trouver le nombre d'or d'une année de l'ère chrétienne :* ajouter 1 au millésime et diviser par 19, le reste est le nombre d'or. Si le reste est 0, le nombre d'or est 19.

La Table de la page 42 permet d'obtenir à vue le nombre d'or d'une année de notre ère jusqu'en 5699.

**Épacte.** — Dans le comput, on nomme *épacte* le nombre de jours formant la différence entre l'année solaire et l'année lunaire. Le *cycle des épactes* est formé des trente premiers nombres, inscrits sans interruption, mais en rétrogradant, à partir du 1<sup>er</sup> janvier, dans le calendrier perpétuel.

A chaque année correspond l'une des 30 épactes du cycle ; cette épacte annuelle sert à déterminer les nouvelles lunes de l'année.

*Détermination de l'épacte annuelle.* — Les épactes se déterminent à l'aide du nombre d'or. Pour faciliter les recherches on a dressé une Table, dite *Table étendue des épactes*, formée de 30 groupes, désignés par des lettres différentes, majuscules et minuscules, contenant chacun 19 épactes. On a ainsi toutes les combinaisons possibles entre les épactes et les nombres d'or.

Le Tableau de la page 43, extrait de la Table étendue des épactes, donne les séries des épactes en usage depuis le 15 octobre 1582, époque de

la réforme grégorienne, jusqu'à l'année 2899.

Pour trouver l'épacte d'une année quelconque, il suffit d'entrer dans ce Tableau avec le nombre d'or de l'année.

**Fête de Pâques.** — D'après les règles admises, Pâques doit être célébré le 1<sup>er</sup> dimanche après le 14<sup>e</sup> jour de la lune, qui, suivant l'épacte, est nouvelle le jour de l'équinoxe du printemps ou immédiatement après. Si le 14<sup>e</sup> jour de la lune tombe un dimanche, Pâques est reporté au dimanche suivant.

La fixation de la fête de Pâques ne dépend pas de la lune vraie, mais bien de la lune comptée suivant l'épacte, d'après les règles du comput. Le terme pascal peut différer de 1, 2 et parfois même de 3 jours de la pleine lune vraie. Ces différences ont pour résultat d'amener des écarts considérables, entre les dates pascales du comput et celles que l'on déterminerait à l'aide des lunes vraies.

Ainsi, en 1903, le terme pascal tombait le samedi 11 avril, et Pâques le 12 avril. Mais la pleine lune vraie ou astronomique arrivait, pour le méridien de Paris, le dimanche 12 avril, à 0<sup>h</sup> 27<sup>m</sup>; en lui appliquant les règles pascales, on aurait été conduit à célébrer Pâques le 19 avril.

En 1780, le terme pascal tombait le 21 mars et, par suite, Pâques fut fêté le 26 mars. D'après la *Connaissance des Temps*, la pleine lune eut lieu, à Paris, le 20 mars à 2<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> du soir. Cette pleine lune, tombant avant le 21 mars, n'était pas pascalle, et l'on aurait dû attendre la suivante, arrivant le mercredi 19 avril à 0<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> du matin, ce qui reportait Pâques au 23 avril.

*Table pascalle.* — Pour trouver la date de Pâques dans une année quelconque, il suffit d'entrer dans la Table de la page 44 avec l'épacte et la lettre dominicale de l'année, ou la seconde, s'il y en a deux.

**TABLEAU** donnant le cycle solaire dans le calendrier  
grégorien (nouveau style).

| ANNÉES |    |    |    | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 | 2100 |
|--------|----|----|----|------|------|------|------|------|------|------|
|        |    |    |    | 2200 | 2300 | 2400 | 2500 | 2600 | 2700 | 2800 |
|        |    |    |    | 2900 | 3000 | 3100 | 3200 | 3300 | 3400 | 3500 |
|        |    |    |    | 3600 | 3700 | 3800 | 3900 | 4000 | 4100 | 4200 |
|        |    |    |    | 4300 | 4400 | 4500 | 4600 | 4700 | 4800 | 4900 |
|        |    |    |    | 5000 | 5100 | 5200 | 5300 | 5400 | 5500 | 5600 |
| 0      | 28 | 56 | 84 | 25   | 13   | 1    | 17   | 5    | 21   | 9    |
| 1      | 29 | 57 | 85 | 26   | 14   | 2    | 18   | 6    | 22   | 10   |
| 2      | 30 | 58 | 86 | 27   | 15   | 3    | 19   | 7    | 23   | 11   |
| 3      | 31 | 59 | 87 | 28   | 16   | 4    | 20   | 8    | 24   | 12   |
| 4      | 32 | 60 | 88 | 1    | 17   | 5    | 21   | 9    | 25   | 13   |
| 5      | 33 | 61 | 89 | 2    | 18   | 6    | 22   | 10   | 26   | 14   |
| 6      | 34 | 62 | 90 | 3    | 19   | 7    | 23   | 11   | 27   | 15   |
| 7      | 35 | 63 | 91 | 4    | 20   | 8    | 24   | 12   | 28   | 16   |
| 8      | 36 | 64 | 92 | 5    | 21   | 9    | 25   | 13   | 1    | 17   |
| 9      | 37 | 65 | 93 | 6    | 22   | 10   | 26   | 14   | 2    | 18   |
| 10     | 38 | 66 | 94 | 7    | 23   | 11   | 27   | 15   | 3    | 19   |
| 11     | 39 | 67 | 95 | 8    | 24   | 12   | 28   | 16   | 4    | 20   |
| 12     | 40 | 68 | 96 | 9    | 25   | 13   | 1    | 17   | 5    | 21   |
| 13     | 41 | 69 | 97 | 10   | 26   | 14   | 2    | 18   | 6    | 22   |
| 14     | 42 | 70 | 98 | 11   | 27   | 15   | 3    | 19   | 7    | 23   |
| 15     | 43 | 71 | 99 | 12   | 28   | 16   | 4    | 20   | 8    | 24   |
| 16     | 44 | 72 |    | 13   | 1    | 17   | 5    | 21   | 9    | 25   |
| 17     | 45 | 73 |    | 14   | 2    | 18   | 6    | 22   | 10   | 26   |
| 18     | 46 | 74 |    | 15   | 3    | 19   | 7    | 23   | 11   | 27   |
| 19     | 47 | 75 |    | 16   | 4    | 20   | 8    | 24   | 12   | 28   |
| 20     | 48 | 76 |    | 17   | 5    | 21   | 9    | 25   | 13   | 1    |
| 21     | 49 | 77 |    | 18   | 6    | 22   | 10   | 26   | 14   | 2    |
| 22     | 50 | 78 |    | 19   | 7    | 23   | 11   | 27   | 15   | 3    |
| 23     | 51 | 79 |    | 20   | 8    | 24   | 12   | 28   | 16   | 4    |
| 24     | 52 | 80 |    | 21   | 9    | 25   | 13   | 1    | 17   | 5    |
| 25     | 53 | 81 |    | 22   | 10   | 26   | 14   | 2    | 18   | 6    |
| 26     | 54 | 82 |    | 23   | 11   | 27   | 15   | 3    | 19   | 7    |
| 27     | 55 | 83 |    | 24   | 12   | 28   | 16   | 4    | 20   | 8    |

**TABLEAU** indiquant les lettres dominicales  
dans le calendrier grégorien (nouveau style).

| ANNÉES |      |      |      |      | 1500 |      |      | 1600 |  |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|        | 1700 | 2100 | 1800 | 2200 | 1900 | 2300 | 2000 | 2400 |  |
|        | 2500 | 2900 | 2600 | 3000 | 2700 | 3100 | 2800 | 3200 |  |
|        | 3300 | 3700 | 3400 | 3800 | 3500 | 3900 | 3600 | 4000 |  |
|        | 4100 | 4500 | 4200 | 4600 | 4300 | 4700 | 4400 | 4800 |  |
|        | 4900 | 5300 | 5000 | 5400 | 5100 | 5500 | 5200 | 5600 |  |
| 0      |      |      | C    | E    | G    | BA   |      |      |  |
|        | 28   | 56   | 84   | DC   | FE   | AG   | BA   |      |  |
| 1      | 29   | 57   | 85   | B    | D    | F    | G    |      |  |
| 2      | 30   | 58   | 86   | A    | C    | E    | F    |      |  |
| 3      | 31   | 59   | 87   | G    | B    | D    | E    |      |  |
| 4      | 32   | 60   | 88   | FE   | AG   | CB   | DC   |      |  |
| 5      | 33   | 61   | 89   | D    | F    | A    | B    |      |  |
| 6      | 34   | 62   | 90   | C    | E    | G    | A    |      |  |
| 7      | 35   | 63   | 91   | B    | D    | F    | G    |      |  |
| 8      | 36   | 64   | 92   | AG   | CB   | ED   | FE   |      |  |
| 9      | 37   | 65   | 93   | F    | A    | C    | D    |      |  |
| 10     | 38   | 66   | 94   | E    | G    | B    | C    |      |  |
| 11     | 39   | 67   | 95   | D    | F    | A    | B    |      |  |
| 12     | 40   | 68   | 96   | CB   | ED   | GF   | AG   |      |  |
| 13     | 41   | 69   | 97   | A    | C    | E    | F    |      |  |
| 14     | 42   | 70   | 98   | G    | B    | D    | E    |      |  |
| 15     | 43   | 71   | 99   | F    | A    | C    | D    |      |  |
| 16     | 44   | 72   |      | ED   | GF   | BA   | CB   |      |  |
| 17     | 45   | 73   |      | C    | E    | G    | A    |      |  |
| 18     | 46   | 74   |      | B    | D    | F    | G    |      |  |
| 19     | 47   | 75   |      | A    | C    | E    | F    |      |  |
| 20     | 48   | 76   |      | GF   | BA   | DC   | ED   |      |  |
| 21     | 49   | 77   |      | E    | G    | B    | C    |      |  |
| 22     | 50   | 78   |      | D    | F    | A    | B    |      |  |
| 23     | 51   | 79   |      | C    | E    | G    | A    |      |  |
| 24     | 52   | 80   |      | BA   | DC   | FE   | GF   |      |  |
| 25     | 53   | 81   |      | G    | B    | D    | E    |      |  |
| 26     | 54   | 82   |      | F    | A    | C    | D    |      |  |
| 27     | 55   | 83   |      | E    | G    | B    | C    |      |  |



## TABLE DES ÉPACTES

| NOMBRE D'OR | LETTRES INDICES DU CYCLE DES ÉPACTES |                        |                        |                                       |                                       |                        |
|-------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
|             | D<br>de 1582<br>à 1699               | C<br>de 1700<br>à 1899 | B<br>de 1900<br>à 2199 | A <sup>(1)</sup><br>de 2200<br>à 2299 | u <sup>(1)</sup><br>de 2300<br>à 2399 | t<br>de 2600<br>à 2899 |
| 1           | I                                    | ★                      | XXIX                   | XXVIII                                | XXVII                                 | XXVI                   |
| 2           | II                                   | XI                     | X                      | IX                                    | VIII                                  | VII                    |
| 3           | XXIII                                | XXII                   | XXI                    | XX                                    | XIX                                   | XVIII                  |
| 4           | IV                                   | III                    | II                     | I                                     | ★                                     | XXIX                   |
| 5           | XV                                   | XIV                    | XIII                   | XII                                   | XI                                    | X                      |
| 6           | XXVI                                 | XXV                    | XXIV                   | XXIII                                 | XXII                                  | XXI                    |
| 7           | VII                                  | VI                     | V                      | IV                                    | III                                   | II                     |
| 8           | XVIII                                | XVII                   | XVI                    | XV                                    | XIV                                   | XIII                   |
| 9           | XXIX                                 | XXVIII                 | XXVII                  | XXVI                                  | XXV                                   | XXIV                   |
| 10          | X                                    | IX                     | VIII                   | VII                                   | VI                                    | V                      |
| 11          | XXI                                  | XX                     | XIX                    | XVIII                                 | XVII                                  | XVI                    |
| 12          | II                                   | I                      | ★                      | XXIX                                  | XXVIII                                | XXVII                  |
| 13          | XIII                                 | XII                    | XI                     | X                                     | IX                                    | VIII                   |
| 14          | XXIV                                 | XXIII                  | XXII                   | XXI                                   | XX                                    | XIX                    |
| 15          | V                                    | IV                     | III                    | II                                    | I                                     | ★                      |
| 16          | XVI                                  | XV                     | XIV                    | XIII                                  | XII                                   | XI                     |
| 17          | XXVII                                | XXVI                   | 25                     | XXIV                                  | XXIII                                 | XXII                   |
| 18          | VIII                                 | VII                    | VI                     | V                                     | IV                                    | III                    |
| 19          | XIX                                  | XVIII                  | XVII                   | XVI                                   | XV                                    | XIV                    |

(<sup>1</sup>) La série A sera aussi en usage de 2400 à 2499 et la série u de 2500 à 2599.

## TABLE PASCALE GREGORIENTE

| ÉPACTE       | Lettre dominicale |      |      |      |      |      |      |
|--------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
|              | A                 | B    | C    | D    | E    | F    | G    |
| I. ....      | 16 A              | 17 A | 18 A | 19 A | 13 A | 14 A | 15 A |
| II. ....     | 16 A              | 17 A | 18 A | 12 A | 13 A | 14 A | 15 A |
| III. ....    | 16 A              | 17 A | 11 A | 12 A | 13 A | 14 A | 15 A |
| IV. ....     | 16 A              | 10 A | 11 A | 12 A | 13 A | 14 A | 15 A |
| V. ....      | 9 A               | 10 A | 11 A | 12 A | 13 A | 14 A | 15 A |
| VI. ....     | 9 A               | 10 A | 11 A | 12 A | 13 A | 14 A | 8 A  |
| VII. ....    | 9 A               | 10 A | 11 A | 12 A | 13 A | 7 A  | 8 A  |
| VIII. ....   | 9 A               | 10 A | 11 A | 12 A | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| IX. ....     | 9 A               | 10 A | 11 A | 5 A  | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| X. ....      | 9 A               | 10 A | 4 A  | 5 A  | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| XI. ....     | 9 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| XII. ....    | 2 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| XIII. ....   | 2 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 6 A  | 7 A  | 1 A  |
| XIV. ....    | 2 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 6 A  | 31 M | 1 A  |
| XV. ....     | 2 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 30 M | 31 M | 1 A  |
| XVI. ....    | 2 A               | 3 A  | 4 A  | 29 M | 30 M | 31 M | 1 A  |
| XVII. ....   | 2 A               | 3 A  | 28 M | 29 M | 30 M | 31 M | 1 A  |
| XVIII. ....  | 2 A               | 27 M | 28 M | 29 M | 30 M | 31 M | 1 A  |
| XIX. ....    | 26 M              | 27 M | 28 M | 29 M | 30 M | 31 M | 1 A  |
| XX. ....     | 26 M              | 27 M | 28 M | 29 M | 30 M | 31 M | 25 M |
| XXI. ....    | 26 M              | 27 M | 28 M | 29 M | 30 M | 24 M | 25 M |
| XXII. ....   | 26 M              | 27 M | 28 M | 29 M | 23 M | 24 M | 25 M |
| XXIII. ....  | 26 M              | 27 M | 28 M | 22 M | 23 M | 24 M | 25 M |
| XXIV. ....   | 23 A              | 24 A | 25 A | 19 A | 20 A | 21 A | 22 A |
| XXVI. ....   | 23 A              | 24 A | 18 A | 19 A | 20 A | 21 A | 22 A |
| XXVII. ....  | 23 A              | 17 A | 18 A | 19 A | 20 A | 21 A | 22 A |
| XXVIII. .... | 16 A              | 17 A | 18 A | 19 A | 20 A | 21 A | 22 A |
| XXIX. ....   | 16 A              | 17 A | 18 A | 19 A | 20 A | 21 A | 15 A |
| ★. ....      | 16 A              | 17 A | 18 A | 19 A | 20 A | 14 A | 15 A |

Remplacer l'épacte XXV par l'épacte XXIV avec un nombre d'or plus petit que 12 et par l'épacte XXVI avec un nombre d'or plus grand que 11.

M signifie le mois de Mars et A celui d'Avril.



## CALENDRIER JULIEN (vieux style).

Le calendrier julien employé dans toute l'Europe jusqu'à la réforme faite en 1582, sous le pontificat de Grégoire XIII, et dont l'usage s'est encore conservé parmi les chrétiens du rite orthodoxe, n'est autre que le calendrier romain de Jules César<sup>(1)</sup>, avec quelques modifications (voir les *Annuaire*s pour 1904 et 1905).

La longueur de l'année, celle des mois, ainsi que leur distribution dans l'année, sont restées les mêmes; mais aux huit lettres nundinales on substitua les sept lettres dominicales et les fêtes païennes firent place aux fêtes chrétiennes. Afin de régler la date de la fête de Pâques, on ajouta, par la suite, l'indication du nombre d'or.

Trois années *communes* de 365 jours sont suivies d'une année *bissextile* de 366 jours. Le jour intercalaire ou complémentaire de l'année bissextile s'ajoute au mois de février; ce mois se compose alors de 29 jours.

Une année est ou n'est pas bissextile selon que la partie non séculaire de son millésime est ou n'est pas divisible par 4. Ainsi l'année 1908 est bissextile, et l'année 1910 ne l'est pas, parce que 10 n'est pas divisible par 4.

La période de temps connue sous le nom de *siècle* est l'assemblage de cent années juliennes de 365 jours un quart; cette période comprend 36525 jours.

L'année julienne étant trop longue, retarde de plus en plus sur l'année tropique et, depuis 1582, sur l'année grégorienne. Ce dernier retard, qui du 1<sup>er</sup> mars 1800 au 28 février 1900 (dates grégoriennes) était de 12 jours, s'élève actuellement à 13 jours.

---

(1) La réforme du calendrier romain date de l'an 46 av. J. C.; mais les Egyptiens connaissaient déjà, depuis deux siècles, l'intercalation d'un 6<sup>e</sup> jour épagomène tous les quatre ans.

## ARTICLES PRINCIPAUX DU COMPUT (1).

**Cycle solaire et lettre dominicale.** — S'il n'y avait pas d'années bissextiles les lettres dominicales reviendraient de 7 ans en 7 ans; mais, par suite de la présence d'une bissextile tous les 4 ans, ce retour ne se fait qu'après quatre fois plus de temps.

Cette période de 28 années, ramenant les lettres dominicales dans le même ordre, porte le nom de cycle solaire. On appelle aussi cycle solaire d'une année le rang de cette année dans la période de 28 ans.

*Déterminer le cycle solaire d'une année.* — La première année de l'ère vulgaire est réputée avoir en 10 de cycle solaire; par suite, pour avoir le cycle solaire d'une année quelconque après le commencement de l'ère, il faut ajouter 9 au millésime et diviser par 28; le reste est le cycle solaire de l'année et le quotient indique le nombre de cycles achevés depuis l'origine. Lorsque le reste est zéro, le cycle solaire est 28.

Si l'on voulait avoir le cycle solaire d'une année julienne fictive avant notre ère, la règle serait la suivante : ajouter 18 au millesime, diviser par 28 et retrancher le reste de 28; la différence est le cycle solaire cherché. On pourra aussi, pour les années de l'ère vulgaire, jusqu'en 5599, faire usage de la Table (p. 48) qui donne immédiatement le cycle solaire et la lettre dominicale.

**Nombre d'or ou cycle lunaire.** — Période de 19 années, renfermant 235 lunaisons et ramenant, dans le calendrier, les phases de la Lune dans le même ordre et aux mêmes dates.

Le nombre d'or d'une année est le rang de cette année dans la période de 19 ans.

---

(1) Voir pour plus de détails l'*Annuaire* de 1905.

**Règle.** — Ajouter 1 au millésime et diviser par 19, le reste est le nombre d'or de l'année. Si l'on trouve zéro pour reste, le nombre d'or est 19. Pour avoir le nombre d'or des années juliennes avant notre ère, la règle deviendrait : ajouter 17 au millésime, diviser par 19 et retrancher le reste de 19.

La Table de la page 42 donne le nombre d'or des années de notre ère jusqu'en 5599.

**Épacte.** — On donne ce nom à la différence entre la durée de l'année solaire et celle de 12 lunaisons moyenne (354 jours); l'épacte est employée dans le calendrier pour trouver, suivant les règles du comput, les jours de la nouvelle Lune.

Dans le calendrier julien, on est convenu maintenant d'appeler *épacte d'une année*, l'âge de la Lune, suivant le comput, au premier jour de cette année. La Lune pouvant avoir 30 jours, il y a donc 30 nombres d'épactes; mais, dans ce calendrier, 19 de ces nombres, correspondant aux 19 nombres d'or, sont seuls employés, ainsi que l'indique le Tableau suivant, qui donne l'épacte, comptée comme il vient d'être dit, connaissant le nombre d'or :

| N. d'or | Épacte | N. d'or | Épacte | N. d'or | Épacte | N. d'or | Épacte |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 1       | XI     | 6       | VI     | 11      | I      | 16      | XXVI   |
| 2       | XXII   | 7       | XVII   | 12      | XII    | 17      | VII    |
| 3       | III    | 8       | XXVIII | 13      | XXIII  | 18      | XVIII  |
| 4       | XIV    | 9       | IX     | 14      | IV     | 19      | XXIX   |
| 5       | XXV    | 10      | XX     | 15      | XV     |         |        |

**Détermination de la date de Pâques.** — Celle-ci dépend du nombre d'or et de la lettre dominicale. La Table de la page 49, dont les arguments sont le nombre d'or et la lettre dominicale de l'année, fournit cette date.

**TABLE** donnant le cycle solaire et la lettre dominicale dans le calendrier julien (vieux style).

| ANNÉES |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
|        | 0    | 100  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  |
|        | 700  | 800  | 900  | 1000 | 1100 | 1200 | 1300 |
|        | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1900 | 2000 |
|        | 2100 | 2200 | 2300 | 2400 | 2500 | 2600 | 2700 |
|        | 2800 | 2900 | 3000 | 3100 | 3200 | 3300 | 3400 |
|        | 3500 | 3600 | 3700 | 3800 | 3900 | 4000 | 4100 |
|        | 4200 | 4300 | 4400 | 4500 | 4600 | 4700 | 4800 |
|        | 4900 | 5000 | 5100 | 5200 | 5300 | 5400 | 5500 |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0  | 28 | 56 | 84 | 9  | DC | 25 | ED | 13 | FE | 1  | GF | 17 | AG | 5  | BA | 21 | CB |
| 1  | 29 | 57 | 85 | 10 | B  | 26 | C  | 14 | D  | 2  | E  | 18 | F  | 6  | G  | 22 | A  |
| 2  | 30 | 58 | 86 | 11 | A  | 27 | B  | 15 | C  | 3  | D  | 19 | E  | 7  | F  | 23 | G  |
| 3  | 31 | 59 | 87 | 12 | G  | 28 | A  | 16 | B  | 4  | C  | 20 | D  | 8  | E  | 24 | F  |
| 4  | 32 | 60 | 88 | 13 | FE | 1  | GF | 17 | AG | 5  | BA | 21 | CB | 9  | DC | 25 | ED |
| 5  | 33 | 61 | 89 | 14 | D  | 2  | E  | 18 | F  | 6  | G  | 22 | A  | 10 | B  | 26 | C  |
| 6  | 34 | 62 | 90 | 15 | C  | 3  | D  | 19 | E  | 7  | F  | 23 | G  | 11 | A  | 27 | B  |
| 7  | 35 | 63 | 91 | 16 | B  | 4  | C  | 20 | D  | 8  | E  | 24 | F  | 12 | G  | 28 | A  |
| 8  | 36 | 64 | 92 | 17 | AG | 5  | BA | 21 | CB | 9  | DC | 25 | ED | 13 | FE | 1  | GF |
| 9  | 37 | 65 | 93 | 18 | F  | 6  | G  | 22 | A  | 10 | B  | 26 | C  | 14 | D  | 2  | E  |
| 10 | 38 | 66 | 94 | 19 | E  | 7  | F  | 23 | G  | 11 | A  | 27 | B  | 15 | C  | 3  | D  |
| 11 | 39 | 67 | 95 | 20 | D  | 8  | E  | 24 | F  | 12 | G  | 28 | A  | 16 | B  | 4  | C  |
| 12 | 40 | 68 | 96 | 21 | CB | 9  | DC | 25 | ED | 13 | FE | 1  | GF | 17 | AG | 5  | BA |
| 13 | 41 | 69 | 97 | 22 | A  | 10 | B  | 26 | C  | 14 | D  | 2  | E  | 18 | F  | 6  | G  |
| 14 | 42 | 70 | 98 | 23 | G  | 11 | A  | 27 | B  | 15 | C  | 3  | D  | 19 | E  | 7  | F  |
| 15 | 43 | 71 | 99 | 24 | F  | 12 | G  | 28 | A  | 16 | B  | 4  | C  | 20 | D  | 8  | E  |
| 16 | 44 | 72 |    | 25 | ED | 13 | FE | 1  | GF | 17 | AG | 5  | BA | 21 | CB | 9  | DC |
| 17 | 45 | 73 |    | 26 | C  | 14 | D  | 2  | E  | 18 | F  | 6  | G  | 22 | A  | 10 | B  |
| 18 | 46 | 74 |    | 27 | B  | 15 | C  | 3  | D  | 19 | E  | 7  | F  | 23 | G  | 11 | A  |
| 19 | 47 | 75 |    | 28 | A  | 16 | B  | 4  | C  | 20 | D  | 8  | E  | 24 | F  | 12 | G  |
| 20 | 48 | 76 |    | 1  | GF | 17 | AG | 5  | BA | 21 | CB | 9  | DC | 25 | ED | 13 | FE |
| 21 | 49 | 77 |    | 2  | E  | 18 | F  | 6  | G  | 22 | A  | 10 | B  | 26 | C  | 14 | D  |
| 22 | 50 | 78 |    | 3  | D  | 19 | E  | 7  | F  | 23 | G  | 11 | A  | 27 | B  | 15 | C  |
| 23 | 51 | 79 |    | 4  | C  | 20 | D  | 8  | E  | 24 | F  | 12 | G  | 28 | A  | 16 | B  |
| 24 | 52 | 80 |    | 5  | BA | 21 | CB | 9  | DC | 25 | ED | 13 | FE | 1  | GF | 17 | AG |
| 25 | 53 | 81 |    | 6  | G  | 22 | A  | 10 | B  | 26 | C  | 14 | D  | 2  | E  | 18 | F  |
| 26 | 54 | 82 |    | 7  | F  | 23 | G  | 11 | A  | 27 | B  | 15 | C  | 3  | D  | 19 | E  |
| 27 | 55 | 83 |    | 8  | E  | 24 | F  | 12 | C  | 28 | A  | 16 | B  | 4  | C  | 20 | D  |

## TABLE PASCALE JULIENNE

| NOMBRE<br>d'or | LETTRE DOMINICALE |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|
|                | A                 | B    | C    | D    | E    | F    | G    |
| 1              | 9 A               | 10 A | 11 A | 12 A | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| 2              | 26 M              | 27 M | 28 M | 29 M | 30 M | 31 M | 1 A  |
| 3              | 16 A              | 17 A | 18 A | 19 A | 20 A | 14 A | 15 A |
| 4              | 9 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| 5              | 26 M              | 27 M | 28 M | 29 M | 23 M | 24 M | 25 M |
| 6              | 16 A              | 17 A | 11 A | 12 A | 13 A | 14 A | 15 A |
| 7              | 2 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 6 A  | 31 M | 1 A  |
| 8              | 23 A              | 24 A | 25 A | 19 A | 20 A | 21 A | 22 A |
| 9              | 9 A               | 10 A | 11 A | 12 A | 13 A | 14 A | 8 A  |
| 10             | 2 A               | 3 A  | 28 M | 29 M | 30 M | 31 M | 1 A  |
| 11             | 16 A              | 17 A | 18 A | 19 A | 20 A | 21 A | 22 A |
| 12             | 9 A               | 10 A | 11 A | 5 A  | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| 13             | 26 M              | 27 M | 28 M | 29 M | 30 M | 31 M | 25 M |
| 14             | 16 A              | 17 A | 18 A | 19 A | 13 A | 14 A | 15 A |
| 15             | 2 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 6 A  | 7 A  | 8 A  |
| 16             | 26 M              | 27 M | 28 M | 22 M | 23 M | 24 M | 25 M |
| 17             | 16 A              | 10 A | 11 A | 12 A | 13 A | 14 A | 15 A |
| 18             | 2 A               | 3 A  | 4 A  | 5 A  | 30 M | 31 M | 1 A  |
| 19             | 23 A              | 24 A | 18 A | 19 A | 20 A | 21 A | 22 A |

M signifie le mois de Mars et A celui d'Avril.

## PÉRIODE JULIENNE.

Période artificielle de 7980 ans, inventée par Joseph Scaliger, chronologiste du <sup>xvi</sup><sup>e</sup> siècle, et servant à fixer et à comparer entre elles les dates historiques. Elle a été formée par le produit des trois nombres 18, 19 et 15, qui représentent les périodes des cycles solaire, lunaire et d'indiction romaine.

En adoptant le cycle solaire, le nombre d'or et l'indiction romaine tels qu'ils sont employés aujourd'hui et tels qu'ils étaient en usage au temps de Scaliger, on trouve qu'en l'an 1 de notre ère on compte 10 de cycle solaire, 2 de cycle lunaire et 4 d'indiction romaine.

Si l'on remonte ensuite dans les temps avant l'ère chrétienne jusqu'à la rencontre d'une année ayant à la fois 1 pour chacun des trois cycles, on arrive à l'année 4713 avant Jésus-Christ (4712 suivant les astronomes). Voilà pourquoi les chronologistes ont fixé à cette année 4713 le commencement ou l'an 1 de la période julienne.

Puisque l'an 1 de notre ère correspond à l'an 4714 de la période julienne, l'année précédente 4713 de cette période correspond à l'an 1 avant Jésus-Christ (à l'an 0, suivant les astronomes); et, si l'on désigne par A le millésime d'une année de notre ère, on aura pour l'année de la période julienne :

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| Année, avant notre ère..... | $4714 - A,$ |
| Année, après notre ère..... | $4713 + A.$ |

## ÈRES DIVERSES.

Lorsqu'on rapporte à la période julienne, dont l'étendue embrasse toutes les dates historiques, le commencement des ères diverses établies par les chronologistes, on se rend compte facilement du nombre d'années qui les sépare les unes des autres, soit qu'elles commencent avant, soit qu'elles commencent après Jésus-Christ.

### *Années de la période julienne.*

- 953, an 1 de l'ère des Juifs, 7 octobre de cette année 953.
- 2699, an 1 de l'ère d'Abraham.
- 3938, an 1 de l'ère des Olympiades, vers le milieu de l'année 3938 de la période.
- 3961, an 1 de la fondation de Rome selon Varron.
- 3967, an 1 de l'ère de Nabonassar, fixée au mercredi 26 février de l'année 3967.
- 4401, an 1 de l'ère des Séleucides ou des Grecs.
- 4675, an 1 de l'ère d'Espagne.
- 4714, an 1 de l'ère chrétienne.
- 5265, an 1 de l'ère des Arméniens.
- 5335, an 1 de l'hégire, 16 juillet de cette année 5335.
- 6505, an 1 de la République française.

En outre des ères indiquées ci-dessus, toutes renfermées dans les limites de la période julienne, il en existe d'autres dont l'origine est antérieure à cette période.

Parmi celles-ci on peut citer l'ère de Constantinople, ayant pour origine la création du monde, fixée par l'Église grecque au 1<sup>er</sup> septembre de l'an 5508 av. J.-C.

## VÉRIFICATION DES DATES

### exprimées dans les calendriers julien et grégorien.

Les problèmes relatifs à la vérification des dates exigent qu'on puisse retrouver le nom du jour de la semaine correspondant à une date donnée ou inversement; les Tableaux suivants résolvent ces questions à vue, sans aucun calcul mental.

Les Tableaux donnés pages 41 et 48 fournissant la lettre dominicale de toutes les années grégoriennes de 1582 à 5699, et de toutes les années juliennes de 1 à 5599, suffiraient à la rigueur, car la lettre dominicale de chaque année commune fixe la date du premier dimanche de janvier (les quantième étant exprimés par les lettres A, B, C, D, E, F, G, au lieu d'être représentés par les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), et, par suite, le nom de tous les jours de l'année. Les années bissextiles ont deux lettres dominicales : la première lettre valable du 1<sup>er</sup> janvier au 29 février; la seconde, reculée d'un rang par suite de l'intercalation de ce 29 février, est valable pour le reste de l'année. De la lettre dominicale, simple ou double, on déduit donc, par un calcul facile, le jour d'une date quelconque de chaque mois.

Les Tableaux suivants évitent ce calcul : le Tableau I indique le nom du premier jour de chaque mois, connaissant la lettre dominicale, simple ou double de l'année : les initiales D, L, Ma, Me, J, V, S représentent par abréviation les noms des jours de la semaine; enfin le Tableau II donne le nom du jour correspondant à un quantième donné, connaissant le nom du premier jour du mois.



**TABLEAU I,**

**Indiquant le nom du premier jour de chaque mois, suivant la lettre dominicale de l'année.**

| Mois.      | A  | B  | C  | D  | E  | F  | G  | AG | BA | CB | DC | ED | FE | GF |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Janvier..  | D  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  | D  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  |
| Février..  | Me | Ma | L  | D  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  | D  | S  | V  | J  |
| Mars....   | Me | Ma | L  | D  | S  | V  | J  | J  | Me | Ma | L  | D  | S  | V  |
| Avril....  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  | D  | D  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  |
| Mai.....   | L  | D  | S  | V  | J  | Me | Ma | Ma | L  | D  | S  | V  | J  | Me |
| Juin.....  | J  | Me | Ma | L  | D  | S  | V  | V  | J  | Me | Ma | L  | D  | S  |
| Juillet... | S  | V  | J  | Me | Ma | L  | D  | D  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  |
| Août....   | Ma | L  | D  | S  | V  | J  | Me | Me | Ma | L  | D  | S  | V  | J  |
| Sept.....  | V  | J  | Me | Ma | L  | D  | S  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  | D  |
| Octobre..  | D  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  | L  | D  | S  | V  | J  | Me | Ma |
| Nov.....   | Me | Ma | L  | D  | S  | V  | J  | J  | Me | Ma | L  | D  | S  | V  |
| Déc.....   | V  | J  | Me | Ma | L  | D  | S  | S  | V  | J  | Me | Ma | L  | D  |

*Exemple :* Quel jour correspond au 21 sept. 1910 (nouveau style)?  
La lettre dominicale de 1910 est B.

D'après le Tableau I, le 1<sup>er</sup> sept. (colonne B) est un jeudi.

D'après le Tableau II, le 21 sept. (colonne J) est un mercredi.

**TABLEAU II,**

**Donnant le nom d'un quantième du mois, connaissant le nom du premier jour du mois.**

| QUANTIÈME         | PREMIER JOUR DU MOIS |    |    |    |    |    |    |
|-------------------|----------------------|----|----|----|----|----|----|
|                   | L                    | Ma | Me | J  | V  | S  | D  |
| 1, 8, 15, 22, 29  | L                    | Ma | Me | J  | V  | S  | D  |
| 2, 9, 16, 23, 30  | Ma                   | Me | J  | V  | S  | D  | L  |
| 3, 10, 17, 24, 31 | Me                   | J  | V  | S  | D  | L  | Ma |
| 4, 11, 18, 25,    | J                    | V  | S  | D  | L  | Ma | Me |
| 5, 12, 19, 26,    | V                    | S  | D  | L  | Ma | Me | J  |
| 6, 13, 20, 27,    | S                    | D  | L  | Ma | Me | J  | V  |
| 7, 14, 21, 28,    | D                    | L  | Ma | Me | J  | V  | S  |

## Usage de ces Tableaux pour la vérification des dates.

*Calendrier julien* (vieux style). — Voici un exemple de vérification et de critique des dates d'un document historique.

En 1290 eurent lieu une éclipse de Lune au mois d'août et une éclipse de Soleil au mois de septembre : elles sont relatées dans la *Chronique de saint Martial de Limoges* (édition de la Société de l'Histoire de France, p. 197) avec assez de détails pour permettre une discussion intéressante.

« Anno MCCXC, littera dominicali A, aureo numero xvij, luna xii, die lunæ post Assumptionem beatæ Mariæ, scilicet xvij calend. septemb., nocte sequenti ante diem Martis sequentem, circa duas vel tres horas, fuit eclipsis Lunæ particularis.

» Item eodem anno, aliis currentibus ut supra, die Martis ante Nativitatem beatæ Mariæ, ante primam, fuit eclipsis Solis particularis. »

1° *L'éclipse de Lune a donc eu lieu dans la nuit du lundi au mardi après l'Assomption de l'année 1290 : quelles dates correspondent à ces deux jours ?*

L'Assomption est une fête fixe dont la date est le 15 août; on est donc amené à chercher sur quel jour de la semaine tombait le 15 août 1290.

Le Tableau de la page 48 donne d'abord la lettre dominicale de 1290 : elle est à l'intersection de la colonne renfermant l'année 1200 (2<sup>e</sup> colonne à partir de la droite, commençant par 500) et de la ligne horizontale de l'année 90 (4<sup>e</sup> colonne des *années*); on trouve A conformément au texte ci-dessus.

Dans le Tableau I, colonne A, on trouve que le 1<sup>er</sup> août était un mardi; dans le Tableau II, colonne Ma, on trouve que le 15 août était aussi un

mardi, et que le lundi et le mardi suivants étaient le 21 et le 22.

Donc l'éclipse a eu lieu dans la nuit du 21 au mardi 22, ou bien, d'après le texte, le 22 août 1290 à 2<sup>h</sup> ou 3<sup>h</sup> du matin. C'est ce qu'on peut vérifier au Tableau des éclipses dans l'*Art de vérifier les dates* (t. 1<sup>er</sup>, p. 75, 3<sup>e</sup> édition). Cela s'accorde très bien avec l'âge de la Lune qui était à son 14<sup>e</sup> jour le lundi; or, le jour de l'éclipse est nécessairement celui de la pleine Lune, 14<sup>e</sup> ou 15<sup>e</sup> de la lunaison.

Mais il y a une erreur dans le texte en ce qui concerne la date du lundi, fixée au 17 des calendes de septembre, c'est-à-dire au 16 août; il faut lire le 12 des calendes de septembre (xii au lieu de xvii), ce qui provient manifestement d'une erreur de copie. D'ailleurs, cette date serait impossible au point de vue astronomique, comme on va le voir bientôt.

2<sup>o</sup> *L'éclipse de Soleil a eu lieu le mardi avant la Nativité de 1290, à quelle date correspond ce jour ?*

La Nativité est une fête fixe dont la date est le 8 septembre; cherchons donc quel jour de la semaine correspond au 8 septembre 1290.

La lettre dominicale de 1290 étant A, le Tableau I, colonne A, montre que le 1<sup>er</sup> septembre était un vendredi; le Tableau II, colonne V, montre que, le 8 étant aussi un vendredi, le mardi d'avant était le 5.

Donc l'éclipse de Soleil eut lieu le 5 septembre au matin (avant l'office de prime), ce qui est conforme au Tableau des éclipses précité.

Cette date s'accorde très bien avec celle du 22 août, car on sait que l'intervalle de temps qui

s'écoule entre une éclipse de Lune et l'éclipse de Soleil qui la suit immédiatement doit être sensiblement égal à une demi-révolution synodique de la Lune ou à un demi-mois lunaire ( $29 \frac{1}{2}$  jours), c'est-à-dire  $14 \frac{3}{4}$  jours. Or, du 22 août au 5 septembre, il y a  $14 \frac{3}{4}$  jours, ce qui est l'intervalle prévu; la date erronée du 16 août donnerait 20 jours, ce qui est astronomiquement impossible.

La valeur du *nombre d'or* qui sert à désigner l'âge de la Lune à une date donnée apporterait une nouvelle confirmation de la date du 22 août.

*Calendrier grégorien.* — Exemple de vérification d'une date. La nouvelle de la découverte de la planète Neptune par Galle, de Berlin, d'après les indications de Le Verrier, fut annoncée à l'Académie des Sciences de Paris dans la séance du 5 octobre 1846 (*Comptes rendus*, t. XXIII, p. 659). *A quel jour de la semaine correspond cette date?*

Le Tableau de la page 41 donne D comme lettre dominicale de 1846 (intersection de la colonne 1800 et de la ligne horizontale 46); le Tableau I, colonne D, indique que le 1<sup>er</sup> octobre était un jeudi, et le Tableau II, colonne J, que le 5 octobre 1846 était un *lundi*. Le lundi est, en effet, le jour des séances de l'Académie des Sciences : la date est donc vérifiée.

*Remarque.* — Si la date comprend une année séculaire grégorienne, telle que 1600, 1700, ..., le nombre correspondant à l'année est *zéro* (0). Le lecteur qui fera usage des Tableaux pour trouver la lettre dominicale correspondante ne devra pas oublier de prendre les lettres de la ligne

horizontale supérieure C, E, G, BA placées en regard du zéro (0). Ainsi :

| Année<br>grégorienne. | Lettre<br>dominicale. | Année<br>grégorienne. | Lettre<br>dominicale. |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1600                  | BA                    | 1800                  | E                     |
| 1700                  | C                     | 1900                  | G                     |

On trouvera ainsi, à l'aide du Tableau I, que le 1<sup>er</sup> janvier 1600, colonne BA (seconde partie du Tableau), était un samedi; de même, le 1<sup>er</sup> janvier 1700 était un vendredi, etc.

### **Concordance des calendriers julien (vieux style) et grégorien (nouveau style).**

*Exemple* : Pierre le Grand arriva à Paris le 7 mai 1717 (nouveau style), d'après les *Mémoires* de Saint-Simon; édition Hachette, t. IX, p. 228 :

*Quel jour de la semaine correspond à cette date grégorienne et quelle est la date correspondante dans le calendrier russe (julien)?*

Le Tableau de la page 41 donne d'abord la lettre dominicale de 1717 dans le calendrier grégorien : elle est à l'intersection de la colonne du siècle grégorien 1700 (5<sup>e</sup> colonne à partir de la gauche, commençant par 1700 et 2100) et de la ligne horizontale 17 (1<sup>re</sup> colonne des *années* commençant par 0) : on trouve C. Le Tableau I, colonne C, donne S ou samedi pour le 1<sup>er</sup> mai. Le Tableau II, colonne S, donne V pour le 7 mai. C'était donc un vendredi, conformément au document précité.

Pour transformer la date grégorienne en date

julienne, on se servira du Tableau auxiliaire suivant, qui donne la date grégorienne des retards du calendrier julien sur le grégorien :

| Le calendrier julien<br>retarde |         | Dates grégoriennes |               |
|---------------------------------|---------|--------------------|---------------|
| De 10 jours du                  | 15 oct. | 1582 au            | 28 févr. 1700 |
| 11                              | —       | 1 mars 1700        | 28 févr. 1800 |
| 12                              | —       | 1 mars 1800        | 28 févr. 1900 |
| 13                              | —       | 1 mars 1900        | 28 févr. 2100 |

Ce Tableau (qui est une conséquence immédiate de la suppression grégorienne du 29 février des années séculaires 1700, 1800 et 1900) montre qu'en mai 1717 le retard était de 11 jours.

La date grégorienne du 7 mai 1717 (nouveau style) devient donc le 26 avril 1717 (vieux style) dans le calendrier russe ou julien. C'est ce qu'on vérifie avec les Tableaux précédents.

Le Tableau de la page 48 donne la lettre dominicale de 1717 dans le calendrier julien à l'intersection de la colonne 1700 (4<sup>e</sup> des siècles, à partir de la gauche) et de la ligne horizontale 17 : on trouve F. Le Tableau I, colonne F, donne L ou lundi pour le 1<sup>er</sup> avril, et le Tableau II, colonne L, donne V ou vendredi, c'est-à-dire le même jour que précédemment.

La transformation inverse d'une date du calendrier julien en date du calendrier grégorien s'effectue de la même manière et doit présenter la même vérification, c'est-à-dire conduire au même jour de la semaine en partant de l'une ou l'autre date.

On se sert pour cette transformation du Tableau

auxiliaire suivant, qui donne en date julienne l'avance du calendrier grégorien sur le julien :

| Le calendrier grégorien<br>avance |                | Dates juliennes. |  |
|-----------------------------------|----------------|------------------|--|
| De 10 jours du                    | 5 oct. 1582 au | 18 févr. 1700    |  |
| 11 —                              | 19 févr. 1700  | 17 févr. 1800    |  |
| 12 —                              | 18 févr. 1800  | 16 févr. 1900    |  |
| 13 —                              | 17 févr. 1900  | 15 févr. 2100    |  |

*Exemple :* L'ukase abolissant le servage en Russie est du 19 février 1861 (vieux style); la date grégorienne correspondante, de 12 jours en avance, d'après le Tableau ci-dessus, est le 3 mars 1861 (nouveau style).

On trouve facilement le jour correspondant à la date indiquée. En effet, le Tableau, page 48, donne, pour 1861, la lettre dominicale A; le Tableau I, colonne A, indique que le 1<sup>er</sup> février était un mercredi et le Tableau II, colonne Me, que le 19 février 1861 (vieux style) est un dimanche.

D'autre part, le Tableau, page 41, donne, pour 1861, la lettre dominicale F; le Tableau I, colonne F, indique que le 1<sup>er</sup> mars est un vendredi, et le Tableau II, colonne V, que le 3 mars 1861 (nouveau style) est un dimanche. Donc la date s'écrira  
19 février  
 3 mars 1861, selon l'usage adopté.

**Remarque.** — Les questions relatives à la détermination du jour de la semaine correspondant à un quantième donné, et réciproquement, peuvent aussi se résoudre sans le secours des Tables I et II, à l'aide des concurrents et des réguliers solaires.

Les définitions des concurrents et des réguliers

solaires sont les mêmes dans le calendrier julien et dans le calendrier grégorien. Il importe donc de bien employer, dans les applications, la lettre dominicale du calendrier renfermant la date pour laquelle on opère, puisque celle-ci, pour une même année, n'est pas la même dans les deux calendriers.

**Concurrents.** — Le concurrent d'une année est le nombre de jours écoulés, dans l'année précédente, depuis le dernier dimanche de décembre. Il représente donc le complément à 7 de la lettre dominicale de l'année considérée.

| Lettre dominicale. | Valeur numérique. | Concurrent. | Jour de la semaine. | Valeur numérique. |
|--------------------|-------------------|-------------|---------------------|-------------------|
| A                  | 1                 | 6           | Dimanche            | 1                 |
| B                  | 2                 | 5           | Lundi               | 2                 |
| C                  | 3                 | 4           | Mardi               | 3                 |
| D                  | 4                 | 3           | Mercredi            | 4                 |
| E                  | 5                 | 2           | Jedi                | 5                 |
| F                  | 6                 | 1           | Vendredi            | 6                 |
| G                  | 7 ou 0            | 0 ou 7      | Samedi              | 7 ou 0            |

Les années bissextiles ayant deux lettres dominicales ont aussi deux concurrents; le premier, correspondant à la première lettre dominicale, sert pendant les deux premiers mois, et le deuxième pendant le reste de l'année.

**Réguliers solaires.** — Ce sont des nombres attachés invariablement à chacun des mois de l'année; ils représentent la valeur numérique attribuée, dans le calendrier perpétuel, à la lettre dominicale correspondant au premier de chaque mois.

| Mois  | Régulier | Mois   | Régulier | Mois  | Régulier |
|-------|----------|--------|----------|-------|----------|
| Janv. | 1        | Mai    | 2        | Sept. | 6        |
| Fév.  | 4        | Juin   | 5        | Oct.  | 1        |
| Mars  | 4        | Juill. | 0        | Nov.  | 4        |
| Avril | 0        | Août   | 3        | Déc.  | 6        |



*Mode d'emploi.* — 1° Trouver le jour de la semaine répondant à un quantième donné : ajouter le concurrent, le régulier et le quantième, diviser par 7 ; le reste est le jour de la semaine cherché.

*Exemple.* — Quel jour de la semaine correspond, dans le calendrier grégorien, au 5 octobre 1846 ?

Le Tableau de la page 41 donne D pour lettre dominicale, le concurrent est par suite 3. Le régulier d'octobre étant 1, on aura donc

$$3 + 1 + 5 = 9 ;$$

divisant par 7, le reste est 2 ou lundi, ainsi qu'on l'a vu page 56.

2° Trouver le quantième répondant à un jour de la semaine donné : ajouter 14 à la valeur du jour de la semaine donné, retrancher le concurrent et le régulier et diviser par 7 ; le reste donnera le quantième dans la première semaine du mois. Ajouter 7, 14, 21 ou 28 à ce reste suivant que le jour était le 2°, 3°, 4° ou 5° du mois.

*Exemple.* — Quel est le quantième correspondant, dans le calendrier julien, au troisième dimanche de février 1861 ?

Le Tableau de la page 48 donne A pour lettre dominicale de 1861 ; le concurrent sera donc 6 et le régulier solaire 4. On aura, 1 étant la valeur numérique répondant au dimanche,

$$1 + 14 - (4 + 6) = 5,$$

qui, divisé par 7, donne 5 pour reste ; ajoutant 14, puisque l'on considère le troisième dimanche, il vient 19 : le jour cherché est donc le 19 février 1861, ainsi qu'on le voit page 59.

## CALENDRIER COPHTE.

L'année des anciens Égyptiens était une année *vague*, composée de 365 jours, sans intercalation; elle comprenait 12 mois de 30 jours, suivis de 5 jours complémentaires, ou *épagomènes*. C'est de cette année qu'il est question dans l'ère de Nabonassar, qui commence le mercredi 26 février de l'an 747 avant J.-C.

L'édit de Canope, que nous a conservé la Stèle de Tanis, prouve qu'à partir de l'an 238 avant J.-C. sous le règne de Ptolémée Evergète, les Égyptiens, abandonnant l'année vague, ajoutèrent tous les quatre ans un 6<sup>e</sup> jour épagomène, afin de rendre leur année *fixe*. On savait déjà que l'addition d'un 6<sup>e</sup> épagomène eut lieu en l'an 8 de l'ère actiatique; cette année, composée de 366 jours, commence le dimanche 29 août de l'an 23 avant J.-C. et finit le lundi 29 août de l'an 22 avant J.-C.

Plus tard, les Cophtes, tout en conservant l'année fixe de l'ère actiatique, en firent l'application à l'ère de Dioclétien ou des Martyrs.

L'an 1 de l'ère des Martyrs commence le vendredi 29 août de l'an 284 après J.-C. et finit le vendredi 28 août de l'an 285 après J.-C.

Les 12 mois de ce calendrier portent les noms de *tut*, *bobeh*, *hatur*, *koyhak*, *tubeh*, *amchir*, *barmhat*, *barmudeh*, *bachones*, *bawne*, *abib*, *mesori*, et les jours complémentaires sont les *épagomènes*.

## CALENDRIER MUSULMAN.

Le calendrier musulman remonte, pour sa forme actuelle, à l'an 1 de l'hégire, qui commence le 16 juillet de l'an 622 après J.-C.

Les mois, dans ce calendrier, suivent le cours de la Lune et sont de 29 ou 30 jours; les années se composent constamment de 12 mois, comprenant ensemble 354 ou 355 jours. Il suit de là que l'année musulmane, purement lunaire, commence, d'une année à l'autre, 10 ou 11 jours plus tôt dans l'année solaire.

Le cycle lunaire des Musulmans, composé de 30 années lunaires, après lesquelles les années communes de 354 jours et les années abondantes de 355 jours reviennent dans le même ordre, comprend 19 années communes, sous les nombres 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 28 et 30, et 11 années abondantes, sous les nombres 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 et 29<sup>(1)</sup>.

Dans la pratique, les jours comptés par les Arabes et les autres peuples qui suivent le calendrier musulman ne sont pas toujours bien d'accord avec les jours marqués dans les calendriers imprimés. Cela vient de ce que ces peuples ne comptent pour le 1<sup>er</sup> jour du mois que le jour même où le croissant de la nouvelle lune devient visible pour eux, ce qui n'a lieu que le 2<sup>e</sup> jour environ après la conjonction du Soleil et de la Lune; mais cet inconvénient disparaît par le soin qu'ils ont de joindre

---

(<sup>1</sup>) Suivant certains auteurs la 15<sup>e</sup> année du cycle est abondante et la 16<sup>e</sup> déficiente.

à leur date le nom du jour de la semaine, ce qui permet toujours de ramener à sa véritable place le jour qu'ils ont voulu indiquer. Les Musulmans comptent leur jour à partir du coucher du Soleil du jour civil précédent.

Les mois se succèdent dans l'ordre suivant :

| Mois.                      | Jours. | Mois.          | Jours    |
|----------------------------|--------|----------------|----------|
| Moharem.....               | 30     | Redjeb .....   | 30       |
| Safar .....                | 29     | Schaaban ....  | 29       |
| Rébi 1 <sup>er</sup> ..... | 30     | Ramadan ....   | 30       |
| Rébi 2 <sup>e</sup> .....  | 29     | Schoual.....   | 29       |
| Djoudada 1 <sup>er</sup> . | 30     | Dzou'l-cadeh.  | 29       |
| Djoudada 2 <sup>e</sup> .  | 29     | Dzou'l-hedjeh. | 29 ou 30 |

### CALENDRIER ISRAÉLITE.

Le comput israélite remonte, pour sa forme actuelle, au iv<sup>e</sup> siècle après Jésus-Christ; il sert principalement aux juifs modernes à fixer leurs fêtes et leurs cérémonies religieuses.

Dans ce calendrier, les mois, réglés sur le cours de la Lune, sont des mois lunaires, de 29 ou 30 jours, et l'année se compose de 12 mois lunaires lorsqu'elle est commune, et de 13 mois lunaires lorsqu'elle est embolismique.

L'année commune peut avoir 353, 354 ou 355 jours suivant qu'elle est *défective*, *régulière* ou *abondante*. De même l'année embolismique peut avoir 383, 384 ou 385 jours suivant qu'elle est *défective*, *régulière* ou *abondante*.

Les années communes et les années embolismiques se succèdent entre elles de telle sorte qu'après une période de 19 ans le commencement de l'année

israélite arrive à la même époque de l'année solaire. L'année israélite est donc une année luni-solaire.

*Tableau des mois israélites*

| MOIS         | ANNÉE           |                 |                 |                 |                 |                 |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|              | commune         |                 |                 | embolismique    |                 |                 |
|              | D.              | R.              | A.              | D.              | R.              | A.              |
| Tisseri..... | <sup>j</sup> 30 | <sup>j</sup> 30 | <sup>j</sup> 30 | <sup>j</sup> 30 | <sup>j</sup> 30 | <sup>j</sup> 30 |
| Hesvan.....  | 29              | 29              | 30              | 29              | 29              | 30              |
| Kislev.....  | 29              | 30              | 30              | 29              | 30              | 30              |
| Tébeth.....  | 29              | 29              | 29              | 29              | 29              | 29              |
| Schebat..... | 30              | 30              | 30              | 30              | 30              | 30              |
| Adar.....    | 29              | 29              | 29              | 30              | 30              | 30              |
| Véadar.....  |                 |                 |                 | 29              | 29              | 29              |
| Nissan.....  | 30              | 30              | 30              | 30              | 30              | 30              |
| Iyar.....    | 29              | 29              | 29              | 29              | 29              | 29              |
| Sivan.....   | 30              | 30              | 30              | 30              | 30              | 30              |
| Tamouz.....  | 29              | 29              | 29              | 29              | 29              | 29              |
| Ab.....      | 30              | 30              | 30              | 30              | 30              | 30              |
| Elloul.....  | 29              | 29              | 29              | 29              | 29              | 29              |
| Sommes.....  | 353             | 354             | 355             | 383             | 384             | 385             |

La période de 19 ans, ou cycle lunaire des Juifs, imité de celui des Grecs, comprend 12 années communes et 7 années embolismiques.

Les années communes sont les 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup>, 9<sup>e</sup>, 10<sup>e</sup>, 12<sup>e</sup>, 13<sup>e</sup>, 15<sup>e</sup>, 16<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> du cycle; les embolismiques sont les 3<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup>, 11<sup>e</sup>, 14<sup>e</sup>, 17<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> du cycle.

Le jour israélite commence au coucher du Soleil du jour civil précédent.

## CALENDRIER RÉPUBLICAIN

Dans le calendrier républicain français, qui n'a été en usage que pendant treize années, jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 1806, on compte les années à partir du 22 septembre 1792, époque de l'équinoxe d'automne et de la fondation de la République.

Les mois de ce calendrier ont tous également 30 jours, et les jours complémentaires, qui suivent le dernier mois, sont au nombre de 5 ou de 6, suivant que l'année républicaine doit avoir 365 ou 366 jours. L'année commence à minuit, avec le jour civil où tombe l'équinoxe vrai d'automne pour l'Observatoire de Paris.

Le commencement d'une année et, par suite, sa durée ne peuvent donc être obtenus à l'avance qu'à l'aide d'un *calcul astronomique* précis.

Le mois est composé de 3 décades, les décades sont de 10 jours nommés *primidi*, *duodi*, *tridi*, *quartidi*, *quintidi*, *sextidi*, *septidi*, *octidi*, *nonidi*, *décadi*. Les 12 mois portent les noms de *vendémiaire*, *brumaire*, *frimaire*, *nivôse*, *pluviôse*, *ventôse*, *germinal*, *floréal*, *prairial*, *messidor*, *thermidor*, *fructidor*.

Le Tableau suivant (page 67) fait connaître la correspondance entre les calendriers républicain et grégorien pour les premiers jours de chaque mois républicain de l'an I à l'an XV. Il sera facile d'en déduire celle d'un jour quelconque d'un mois et d'une année républicaine donnés.

Tableau de concordance entre les calendriers républicain et grégorien

| Ère républicaine..        | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | XIII | XIV  | XV   |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ère grégorienne...        | 1792 | 1793 | 1794 | 1795 | 1796 | 1797 | 1798 | 1799 | 1800 | 1801 | 1802 | 1803 | 1804 | 1805 | 1806 |
| 1 <sup>er</sup> vend. . . | 22   | 22   | 22   | 23   | 22   | 22   | 22   | 23   | 23   | 23   | 23   | 24   | 23   | 23   | 23   |
| 1 <sup>er</sup> brum. . . | 22   | 22   | 22   | 23   | 22   | 22   | 22   | 23   | 23   | 23   | 23   | 24   | 23   | 23   | 23   |
| 1 <sup>er</sup> frim. . . | 21   | 21   | 21   | 22   | 21   | 21   | 21   | 22   | 22   | 22   | 22   | 23   | 22   | 22   | 22   |
| 1 <sup>er</sup> nivôse.   | 21   | 21   | 21   | 22   | 21   | 21   | 21   | 22   | 22   | 22   | 22   | 23   | 22   | 22   | 22   |

|                            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ère grégorienne...         | 1793 | 1794 | 1795 | 1796 | 1797 | 1798 | 1799 | 1800 | 1801 | 1802 | 1803 | 1804 | 1805 | 1806 | 1807 |
| 1 <sup>er</sup> pluvi. . . | 20   | 20   | 20   | 21   | 20   | 20   | 20   | 21   | 21   | 21   | 21   | 22   | 21   | 21   | 21   |
| 1 <sup>er</sup> ventôse.   | 19   | 19   | 19   | 20   | 19   | 19   | 19   | 20   | 20   | 20   | 20   | 21   | 20   | 20   | 20   |
| 1 <sup>er</sup> germ. . .  | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   | 22   |
| 1 <sup>er</sup> floréal..  | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   |
| 1 <sup>er</sup> prairial.  | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   | 21   |
| 1 <sup>er</sup> messid.    | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   |
| 1 <sup>er</sup> therm. . . | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   |
| 1 <sup>er</sup> fructid.   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 18   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   | 19   |

## CALENDRIER CHINOIS

Il est luni-solaire et réglé sur les mouvements vrais du Soleil et de la Lune rapportés au méridien de Pékin, tels qu'ils se déduisent des Tables astronomiques.

L'année renferme ordinairement 12 lunaisons ou mois; de temps en temps, on intercale une 13<sup>e</sup> lunaison, pour rétablir à peu près l'accord des mouvements de la Lune et du Soleil. Les années communes, de 12 lunaisons, renferment 354 ou 355 jours, et les années pleines, de 13 lunaisons, varient entre 383 et 384 jours.

L'année commence avec la lunaison dans le cours de laquelle le Soleil entre dans le signe zodiacal des Poissons, ce qui, pour le méridien de Pékin, arrive actuellement vers le 19 février. Une lunaison ne pouvant dépasser 30 jours, on voit que le commencement de l'année chinoise est compris entre le 20 janvier et le 19 février.

Pour les usages ordinaires de la vie, on compte les années depuis l'avènement au trône de l'empereur régnant. Dans la chronologie, les années sont réparties par cycles de 60 ans. Le cycle sexagésimal est lui-même formé au moyen de deux autres : l'un décimal, répété 6 fois consécutivement, et l'autre, duodécimal, répété 5 fois de suite, à côté du premier. Par suite de cette combinaison une année est désignée par deux caractères différents, comme le montre le Tableau des cycles, donné page 71.



Le 76° cycle sexagésimal a commencé en 1864 <sup>(1)</sup>. L'année *Ki-Ycou*, 46° du 76° cycle, commence le 22 janvier 1909; elle est pleine et renferme 384 jours.

L'année *Kéng-Su*, 47° du 76° cycle, est commune, de 354 jours, et commence le 10 février 1910.

Les mois n'ont pas de nom particulier; ils se désignent par leur numéro d'ordre dans l'année. Le mois intercalaire n'a pas de numéro spécial; il prend, suivi du signe *jun*, celui du mois précédent. Les mois ou lunes ont 29 ou 30 jours; ceux de 29 jours se nomment *sjao* (petits), et ceux de 30 jours, *ta* (grands).

Le commencement du mois est fixé au jour où tombe la nouvelle lune vraie, pour le méridien de Pékin. Par suite de l'emploi des mouvements vrais, les mois *sjao* et *ta* ne sont pas alternatifs; on rencontre assez souvent deux et même trois mois consécutifs de même durée.

La lunaison étant un peu inférieure au temps moyennement employé par le Soleil pour parcourir un signe du zodiaque, il s'ensuit que, de temps en temps, le Soleil reste dans le même signe pendant toute une lunaison; celle-ci forme le mois intercalaire.

Dans le placement de la lune intercalaire, il faut bien tenir compte que, dans le calendrier chinois :

---

(1) D'après la chronologie dressée par ordre de l'empereur Kien-long et déposée, au XVIII<sup>e</sup> siècle, à la bibliothèque royale par le P. Amiot. Suivant la décision du tribunal des Mathématiques de Pékin, rendue en 1684, on compte 6 cycles de moins.

|   |    |       |
|---|----|-------|
| L'équinoxe du printemps est toujours le | 2° | mois. |
| Le solstice d'été                       | »  | 5° »  |
| L'équinoxe d'automne                    | »  | 8° »  |
| Le solstice d'hiver                     | »  | 11° » |

Les 1<sup>er</sup>, 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> mois ne sont jamais doublés.

Le jour, dans la vie civile, commence à minuit; il renferme douze parties égales, nommées *shi*, qui se comptent sans interruption de 1 à 12. Les *shi* se désignent par les caractères du cycle duodécimal. En réalité, les Chinois font commencer le jour au milieu de la première heure, nommée *tse*, qui répond à l'intervalle compris entre 11<sup>h</sup> du soir et 1<sup>h</sup> du matin.

Les jours se comptent de 1 à 29 ou 30, suivant que les mois sont *sjao* ou *ta*. Ils se comptent aussi, et c'est là un moyen de contrôle des dates chinoises, depuis une époque très reculée, suivant un cycle sexagésimal, dont les signes sont les mêmes que ceux du cycle de 60 ans.

L'usage des mouvements vrais exige, pour former le calendrier d'une année quelconque, l'emploi des Tables lunaire et solaire. Les résultats des calculs, faits avec les Tables astronomiques alors connues, ont été publiés en 1644, par le Tribunal des Mathématiques de Pékin, pour une période allant de 1624 à 2021. Cette publication, connue sous le nom de *Han-Nien-Chou*, sert de base aux calendriers présentés tous les ans à l'empereur et publiés dans toute la Chine.

En comparant les données chinoises aux résultats obtenus avec les Tables astronomiques actuelles, on peut rencontrer quelquefois un désaccord.

Ainsi, en rapportant au méridien de Pékin la néoménie du 13 février 1896, on trouve qu'elle s'est produite ce même jour, à 11<sup>h</sup>59<sup>m</sup> du soir, temps moyen de Pékin. Cependant le *Wan-Nien-Chou* reporte la néoménie au 14 février.

Cette nouvelle lune était la première de l'année chinoise commençant en 1896. Par suite l'année *Ping-Shin* a eu une durée différente suivant que l'on adopte le résultat calculé en Chine ou l'*Annuaire*. On a suivi les données du *Wan-Nien-Chou*, dans le Tableau des concordances.

*Cycle décimal ou des 10 kan (trones)*

| N <sup>os</sup> . | Noms | N <sup>os</sup> . | Noms | N <sup>os</sup> . | Noms | N <sup>os</sup> . | Noms | N <sup>os</sup> . | Noms |
|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| 1.                | Kia  | 3.                | Ping | 5.                | Vou  | 7.                | Kêng | 9.                | Gin  |
| 2.                | Y    | 4.                | Ting | 6.                | Ki   | 8.                | Sin  | 10.               | Kuei |

*Cycle duodécimal ou des 12 tchi (branches)*

| N <sup>os</sup> . | Noms   | N <sup>os</sup> . | Noms | N <sup>os</sup> . | Noms | N <sup>os</sup> . | Noms |
|-------------------|--------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| 1.                | Tse    | 4.                | Mao  | 7.                | Ou   | 10.               | Yeou |
| 2.                | Tcheou | 5.                | Chin | 8.                | Ouei | 11.               | Su   |
| 3.                | Yn     | 6.                | Se   | 9.                | Shin | 12.               | Hai  |

*Cycle sexagésimal ou Kiah-Tsée*

| N <sup>os</sup> . | Noms        | N <sup>os</sup> . | Noms      | N <sup>os</sup> . | Noms       | N <sup>os</sup> . | Noms        |
|-------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------------|------------|-------------------|-------------|
| 1.                | Kia Tse     | 16.               | Ki Mao    | 31.               | Kia Ou     | 46.               | Ki Yeou     |
| 2.                | Y Tcheou    | 17.               | Kêng Chin | 32.               | Y Ouei     | 47.               | Kêng Su     |
| 3.                | Ping Yn     | 18.               | Sin Se    | 33.               | Ping Shin  | 48.               | Sin Hai     |
| 4.                | Ting Mao    | 19.               | Gin Ou    | 34.               | Ting Yeou  | 49.               | Gin Tse     |
| 5.                | Vou Chin    | 20.               | Kuei Ouei | 35.               | Vou Su     | 50.               | Kuei Tcheou |
| 6.                | Ki Se       | 21.               | Kia Shin  | 36.               | Ki Hai     | 51.               | Kia Yn      |
| 7.                | Kêng Ou     | 22.               | Y Yeou    | 37.               | Kêng Tse   | 52.               | Y Mao       |
| 8.                | Sin Ouei    | 23.               | Ping Su   | 38.               | Sin Tcheou | 53.               | Ping Chin   |
| 9.                | Gin Shin    | 24.               | Ting Hai  | 39.               | Gin Yn     | 54.               | Ting Se     |
| 10.               | Kuei Yeou   | 25.               | Vou Tse   | 40.               | Kuei Mao   | 55.               | Vou Ou      |
| 11.               | Kia Su      | 26.               | Ki Tcheou | 41.               | Kia Chin   | 56.               | Ki Ouei     |
| 12.               | Y Hai       | 27.               | Kêng Yn   | 42.               | Y Se       | 57.               | Kêng Shin   |
| 13.               | Ping Tse    | 28.               | Sin Mao   | 43.               | Ping Ou    | 58.               | Sin Yeou    |
| 14.               | Ting Tcheou | 29.               | Gin Chin  | 44.               | Ting Ouei  | 59.               | Gin Su      |
| 15.               | Vou Yn      | 30.               | Kuei Se   | 45.               | Vou Shin   | 60.               | Kuei Hai    |

## CONCORDANCE DES CALENDRIERS

dans l'année grégorienne **1910**

La Table suivante a pour objet de faire passer, d'un système de comput dans un autre, une date quelconque renfermée dans les limites de l'année grégorienne 1910.

Dans les calendriers musulman, israélite et chinois, dont les mois sont lunaires, le jour de la lune est indiqué, plus ou moins exactement, par le quantième du mois. On donne, dans les pages impaires 7 à 29, le jour de la lune fourni par le calcul astronomique, en comptant un pour le jour civil où tombe la nouvelle lune. Si l'on compare ce jour de la lune avec le premier jour de ces mois, on trouve que les lunes civiles, israélites ou musulmanes, commencent généralement après les nouvelles lunes astronomiques. Quelquefois la différence est de 3 jours, et quelquefois elle est nulle; le plus souvent elle est de 1 ou 2 jours. C'est ainsi que le 1<sup>er</sup> tisseri 5671 répond au deuxième jour de la lune et le 1<sup>er</sup> moharem 1328 au troisième.

On peut même trouver quelquefois, correspondant au premier jour de certains mois israélites ou musulmans, 4 jours pour âge astronomique de la lune; mais, même quand ce fait se présente, la différence réelle n'atteint pas 3 jours, parce que, dans les deux calendriers indiqués, le jour commence avec le coucher du Soleil du jour civil précédent.

## CONCORDANCE DES CALENDRIERS PENDANT L'ANNÉE 1910

## Calendrier

| Grégorien | Julien<br>(russe) | Musulman                   | Israélite | Républicain | Copte       | Chinois<br>(76° cycle)  |
|-----------|-------------------|----------------------------|-----------|-------------|-------------|-------------------------|
| 1910      | 1909              | 1327                       | 5670      | 118         | 1626        | 46                      |
| 1 Janv.   | 19 Déc.           | 19 Dsou'l-hedjeh           | 20 Tébeth | 11 Nivôse   | 23 Koyak    | 20 XI <sup>e</sup> mois |
| 9         | 27                | 27                         | 28        | 19          | 1 Tubeïh    | 28                      |
| 1         | 29                | 29 1327                    | 1 Schébat | 21          | 3           | 1 XII <sup>e</sup> mois |
| 3         | 31                | 1 Moha-rem                 | 3         | 23          | 5           | 3 46                    |
| 4         | 1 Janv.           | 2                          | 4         | 24          | 6           | 4                       |
| 1         | 8 1910            | 9 1328                     | 11        | 1 Pluviôse  | 13          | 11                      |
| 1 Févr.   | 19                | 20                         | 22        | 12          | 24          | 22                      |
| 8         | 26                | 27                         | 29        | 19          | 1 Amchir    | 29                      |
| 0         | 28                | 29                         | 1 Adar    | 21          | 3           | 1 I <sup>er</sup> mois  |
| 2         | 30                | 1 Safar                    | 3         | 23          | 5           | 3 47                    |
| 4         | 1 Févr.           | 3 1328                     | 5         | 25          | 7           | 5                       |
| 6         | 7 1910            | 9                          | 11        | 1 Ventôse   | 13          | 11                      |
| 1 Mars    | 16                | 18                         | 20        | 10          | 22          | 20                      |
| 0         | 25                | 27                         | 29        | 19          | 1 Bar-mhat  | 29                      |
| 1         | 26                | 28                         | 30        | 20          | 2           | 1 II <sup>e</sup> mois  |
| 2         | 27                | 29                         | 1 Vêadar  | 21          | 3           | 2 47                    |
| 3         | 28                | 1 Rébi 1 <sup>er</sup>     | 2         | 22          | 4           | 3                       |
| 4         | 1 Mars            | 2 1328                     | 3         | 23          | 5           | 4                       |
| 2         | 9 1910            | 10                         | 11        | 1 Germinal  | 13          | 12                      |
| 1 Avril   | 19                | 20                         | 21        | 11          | 23          | 22                      |
| 0         | 27                | 28                         | 29        | 19          | 1 Bar-mudch | 30                      |
| 2         | 28                | 29                         | 1 Nissan  | 20          | 2           | 1 III <sup>e</sup> mois |
| 4         | 30                | 1 Rébi 2 <sup>e</sup>      | 3         | 22          | 4           | 3 47                    |
| 1         | 1 Avril           | 3 1328                     | 5         | 24          | 6           | 5                       |
| 1         | 8 1910            | 10                         | 12        | 1 Floréal   | 13          | 12                      |
| 1 Mai     | 18                | 20                         | 22        | 11          | 23          | 22                      |
| 0         | 26                | 28                         | 30        | 19          | 1 Bachonnes | 1 IV <sup>e</sup> mois  |
| 1         | 27                | 29                         | 1 Iyar    | 20          | 2           | 2 47                    |
| 1         | 28                | 1 Djon-madal <sup>er</sup> | 2         | 21          | 3           | 3                       |
| 4         | 1 Mai             | 4                          | 5         | 24          | 6           | 6                       |
| 1         | 8 1910            | 11 1328                    | 12        | 1 Prairial  | 13          | 13                      |
| 1 Juin    | 19                | 22                         | 23        | 12          | 24          | 24                      |
| 7         | 25                | 28                         | 29        | 18          | 30          | 1 V <sup>e</sup> mois   |
| 8         | 26                | 29                         | 1 Sivan   | 19          | 1 Bawne     | 2 47                    |
| 0         | 28                | 1 Djou-mada 2 <sup>e</sup> | 3         | 21          | 3           | 4                       |
| 4         | 1 Juin            | 5                          | 7         | 25          | 7           | 8                       |
| 0         | 7 1910            | 11 1328                    | 13        | 1 Messidor  | 13          | 14                      |

## CONCORDANCE DES CALENDRIERS PENDANT L'ANNÉE 1910

## Calendrier

| Grégorien       | Julien<br>(russe) | Musulman                        | Israélite | Républicain          | Copte      | Chinois<br>(76 <sup>e</sup> cycle) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-----------|----------------------|------------|------------------------------------|
| 1910            | 1910              | 1328                            | 5670      | 118                  | 1626       | 47                                 |
| <b>1 Juill.</b> | 18 Juin           | 22 Dyou-<br>mada 2 <sup>e</sup> | 24 Sivan  | 12 Messidor          | 24 Bawne   | 25 V <sup>e</sup> mois             |
| 7               | 24                | 28                              | 30        | 18 118               | 30         | 1 VI <sup>e</sup> mois             |
| 8               | 25                | 29                              | 1 Tamouz  | 19                   | 1 Abib     | 2                                  |
| 9               | 26                | 1 Redjeb                        | 2 5670    | 20                   | 2 1626     | 3                                  |
| 14              | 1 Juill.          | 6                               | 7         | 25                   | 7          | 8                                  |
| 20              | 7                 | 12                              | 13        | 1 Thermi-<br>dor 118 | 13         | 14                                 |
| <b>1 Août</b>   | 19                | 24                              | 25        | 13                   | 25         | 26                                 |
| 5               | 23                | 28                              | 30        | 17                   | 29         | 1 VII <sup>e</sup> mois            |
| 6               | 24                | 29                              | 1 Ab 5670 | 18                   | 30         | 2                                  |
| 7               | 25                | 30                              | 2         | 19                   | 1 Messori  | 3                                  |
| 8               | 26                | 1 Schaa-<br>ban                 | 3         | 20                   | 2 1626     | 4                                  |
| 14              | 1 Août            | 7                               | 9         | 26                   | 8          | 10                                 |
| 19              | 6                 | 12                              | 14        | 1 Fructi-<br>dor 118 | 13         | 15                                 |
| <b>1 Sept</b>   | 19                | 25                              | 17        | 14                   | 26         | 28                                 |
| 4               | 22                | 28                              | 30        | 17                   | 29         | 1 VIII <sup>e</sup> mois           |
| 5               | 23                | 29                              | 1 Elloul  | 18                   | 30         | 2                                  |
| 6               | 24                | 1 Rama-<br>dan                  | 2 5670    | 19                   | 1 Epag.    | 3                                  |
| 11              | 29                | 6                               | 7         | 24                   | 1 Tut 1627 | 8                                  |
| 14              | 1 Sept.           | 9                               | 10        | 27                   | 4          | 11                                 |
| 18              | 5                 | 13                              | 14        | 1 Compl.             | 8          | 15                                 |
| 23              | 10                | 18                              | 19        | 1 Vendém.            | 13         | 20                                 |
| <b>1 Oct.</b>   | 18                | 26                              | 27        | 9 119                | 21         | 28                                 |
| 3               | 20                | 28                              | 29        | 11                   | 23         | 1 IX <sup>e</sup> mois             |
| 4               | 21                | 29                              | 1 Tisseri | 12                   | 24         | 2                                  |
| 11              | 28                | 1 Schoual                       | 3 5671    | 13                   | 26         | 4                                  |
| 14              | 1 Oct.            | 6                               | 8         | 14                   | 1 Robeh    | 9                                  |
| 23              | 10                | 15                              | 16        | 22                   | 4 1627     | 12                                 |
| <b>1 Nov.</b>   | 19                | 18                              | 20        | 1 Brumaire           | 13         | 21                                 |
| 2               | 20                | 27                              | 24        | 10 119               | 22         | 30                                 |
| 3               | 21                | 28                              | 30        | 11                   | 23         | 1 X <sup>e</sup> mois              |
| 4               | 22                | 29                              | 1 Messyan | 12                   | 24         | 2                                  |
| 10              | 28                | 1 Dzoul-<br>cadéh               | 2 5671    | 13                   | 25         | 3                                  |
| 14              | 1 Nov.            | 11                              | 8         | 14                   | 1 Hatur    | 9                                  |
| 22              | 9                 | 19                              | 12        | 23                   | 5 1627     | 13                                 |
| <b>1 Déc.</b>   | 18                | 28                              | 20        | 1 Frimaire           | 13         | 21                                 |
| 2               | 19                | 29                              | 24        | 10 119               | 22         | 30                                 |
| 4               | 21                | 1 Dzoul-<br>hedjeh              | 3 5671    | 11                   | 23         | 1 XI <sup>e</sup> mois             |
| 10              | 27                | 7                               | 9         | 12                   | 25         | 3                                  |
| 14              | 1 Déc.            | 11                              | 13        | 14                   | 1 Koyak    | 9                                  |
| 22              | 9                 | 19                              | 14        | 23                   | 5 1627     | 13                                 |
|                 |                   |                                 |           | 1 Nivôse             | 13         | 21                                 |

## PHÉNOMÈNES ASTRONOMIQUES PRINCIPAUX

OBSERVABLES EN 1910

Sous ce titre on désigne, dans l'ordre de visibilité :

|  | Pages. |
|--|--------|
| 1° Les éclipses de Soleil et de Lune .....   | 76     |
| 2° Les occultations des planètes et des étoiles<br>par la Lune.....                      | 78     |
| 3° Les éclipses des satellites de Jupiter et autres<br>phénomènes du système de Jupiter. | 79     |
| 4° Les aspects des planètes.....   | 82     |
| 5° Les positions des points radiants des étoiles<br>filantes.....                        | 91     |

# ÉCLIPSES DE SOLEIL ET DE LUNE

EN 1910

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

## I. — Le 9 mai, éclipse totale de Soleil, invisible à Paris.

| PHASES                                | TEMPS<br>MOYEN<br>civil<br>de Paris | DANS LE LIEU |           |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------|-----------|
|                                       |                                     | Longitude    | Latitude  |
|                                       | <sup>h</sup> <sup>m</sup>           |              |           |
| Com <sup>t</sup> de l'écl. générale.. | 3.47,7                              | 57°.57' E    | 56°.18' A |
| Com <sup>t</sup> de l'écl. totale.... | 5.14,0                              | 103.11 E     | 73. 9 A   |
| Com <sup>t</sup> de l'écl. centrale.. | 5.18,5                              | 109.57 E     | 73.10 A   |
| Fin de l'écl. centrale....            | 6.24,9                              | 154.37 E     | 46.44 A   |
| Fin de l'écl. totale.....             | 6.29,4                              | 154.33 E     | 44.30 A   |
| Fin de l'écl. générale....            | 7.55,6                              | 146. 6 E     | 15.49 A   |

L'éclipse est visible en Australie et dans la partie australe de l'Océan Indien.

## II. — Le 24 mai, éclipse totale de Lune, en partie visible à Paris.

|  | Temps moyen<br>civil<br>de Paris |
|--|----------------------------------|
|  | <sup>h</sup> <sup>m</sup>        |
| Entrée dans la pénombre, à.....                                    | 2.41,8                           |
| Entrée dans l'ombre, à.....  | 3.55,8                           |
| Commencement de l'éclipse totale, à.....                           | 5.18,5                           |
| Milieu de l'éclipse, à.....  | 5.43,7                           |
| Fin de l'éclipse totale, à.....                                    | 6. 8,9                           |
| Sortie de l'ombre, à.....  | 7.31,7                           |
| Sortie de la pénombre, à.....                                      | 8.45,5                           |
| Coucher de la Lune, à Paris, à.....                                | 4. 8                             |
| Grandeur de l'éclipse : 1,098, le diamètre<br>de la Lune étant un. |                                  |



**III. — Le 2 novembre, éclipse partielle de Soleil,  
invisible à Paris.**

| PHASES                                 | TEMPS<br>MOYEN<br>civil<br>de Paris | DANS LE LIEU |           |
|--|-------------------------------------|--------------|-----------|
|  |                                     | Longitude    | Latitude  |
| Com <sup>t</sup> de l'éclipse générale | <sup>h</sup> <sup>m</sup><br>0. 0,3 | 114°.37' E   | 63°.27' B |
| Plus grande phase.....                 | 2.18,3                              | 156.50 O     | 62. 6 B   |
| Fin de l'éclipse générale.             | 4.35,9                              | 166.54 O     | 17.45 B   |

Grandeur maxima de l'éclipse : 0,852, le diamètre du Soleil étant *un*.

L'éclipse est visible au nord-est de l'Asie, au Japon et dans l'Océan Pacifique.

**IV. — Les 16 et 17 novembre, éclipse totale  
de Lune, visible à Paris.**

|                                   | Temps moyen<br>civil<br>de Paris |
|-----------------------------------|----------------------------------|
|                                   | <sup>h</sup> <sup>m</sup>        |
| Entrée dans la pénombre.....      | le 16 à 21.54,8                  |
| Entrée dans l'ombre.....          | le 16 à 22.53,3                  |
| Commencement de l'éclipse totale. | le 17 à 0. 4,3                   |
| Milieu de l'éclipse.....          | le 17 à 0.30,2                   |
| Fin de l'éclipse totale.....      | le 17 à 0.56,0                   |
| Sortie de l'ombre.....            | le 17 à 2. 7,0                   |
| Sortie de la pénombre.....        | le 17 à 3. 5,5                   |

Grandeur de l'éclipse : 1,130, le diamètre de la Lune étant *un*.

# OCCULTATIONS DES PLANÈTES ET DES ÉTOILES VISIBLES A PARIS

(Temps moyen civil, compte de oh à 24h)

| 1910     | NOM                      | Grandeur | IMMERSION                 |                 | ÉMERSION                  |                 |
|----------|--------------------------|----------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
|          |                          |          | Temps<br>moyen civil      | Angle<br>zénith | Temps<br>moyen civil      | Angle<br>zénith |
|          |                          |          | <sup>h</sup> <sup>m</sup> |                 | <sup>h</sup> <sup>m</sup> | <sup>°</sup>    |
| Mars 20  | α Gêmeaux.               | 3,7      | 2.41,4                    | 95°             | 3.23,9                    | 210°            |
| 29       | α Balance...             | 2,9      | 4. 8,1                    | 143             | 5. 5,6                    | 225             |
| Avril 13 | Mars .....               | -        | 22.38,4                   | 3               | 23.17,0                   | 272             |
| Juin 18  | α Balance...             | 2,9      | 23. 6,4                   | 114             | "                         | "               |
| 19       | "                        | "        | "                         | "               | 0.20,2                    | 244             |
| 20       | ε Ophiuchus.             | 4,7      | 21.31,1                   | 145             | 22.47,9                   | 265             |
| 23       | 6194 B.A.C.              | 5,1      | 0.40,2                    | 31              | 1.26,7                    | 315             |
| Avr. 28  | τ Taureau..              | 4,5      | 2.22,6                    | 174             | 2.54,0                    | 232             |
| Sept. 14 | ω Sagittaire.            | 5,1      | 18.15,7                   | 91              | 19.34,9                   | 281             |
| 17       | τ <sub>2</sub> Verseau.. | 4,3      | 23. 0,5                   | 62              | "                         | "               |
| 18       | "                        | "        | "                         | "               | 0.12,7                    | 218             |
| 21       | μ Poissons..             | 5,1      | 0. 4,7                    | 59              | 1.12,2                    | 253             |
| 24       | υ <sub>1</sub> Taureau.. | 4,5      | 2.19,0                    | 80              | 3.26,0                    | 285             |
| Oct. 7   | δ Scorpion..             | 2,6      | 17.21,2                   | 91              | 18.38,1                   | 243             |
| 22       | 139 Taureau.             | 5,0      | 20.18,5                   | 119             | 21. 7,9                   | 299             |
| 27       | γ Lion.....              | 3,6      | 2.52,4                    | 155             | 4. 0,1                    | 329             |
| Nov. 11  | τ <sub>2</sub> Verseau.. | 4,3      | 18.52,4                   | 24              | 19.51,7                   | 271             |
| 14       | μ Poissons..             | 5,1      | 21.52,2                   | 65              | 23. 1,3                   | 208             |
| 17       | z <sub>1</sub> Taureau.. | 4,6      | 20.21,1                   | 191             | 20.32,7                   | 214             |
| 17       | υ <sub>1</sub> Taureau.. | 4,5      | 20.41,7                   | 87              | 21.36,5                   | 315             |
| Déc. 5   | ω Sagittaire.            | 5,1      | 17.28,0                   | 28              | 18.36,0                   | 239             |
| 16       | 139 Taureau.             | 5,0      | 17.12,4                   | 123             | 18. 2,1                   | 299             |
| 24       | γ Vierge....             | 2,9      | 0.49,9                    | 200             | 1.28,1                    | 299             |
| 26       | λ Vierge....             | 4,7      | 6.59,6                    | 123             | 8.19,4                    | 315             |

NOTA. — L'origine de l'angle au zénith est l'intersection du grand cercle mené du centre de la Lune au zénith de l'observateur, avec le contour du disque lunaire. Il est compté dans le sens indiqué par l'ordre successif de points suivants du disque lunaire : Point nord deuxième bord - Point sud. C. sans se rapporte à une image directe, c'est à-dire celle qui est vue dans un lunette qui ne renverse pas les objets. Le point nord est l'intersection de la partie boréale du cercle de déclinaison passant par le centre de la Lune avec le contour de son disque, le deuxième bord est celui qui passe le plus tard au méridien.

# ECLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER ET AUTRES PHÉNOMÈNES DU SYSTÈME DE JUPITER EN 1910, visibles à Paris

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

| Janv. |           | h m  | Janv. |           | h m  | Févr. |           | h m   |
|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
| 1     | IV E. c.  | 1.28 | 21    | II E. c.  | 5.31 | 9     | I P. f.   | 3.20  |
| 1     | IV E. f.  | 2. 9 | 23    | II P. c.  | 2.47 | 9     | II P. f.  | 23.27 |
| 1     | I P. c.   | 2.56 | 23    | I E. c.   | 4.42 | 10    | I Em.     | 0.36  |
| 1     | I P. f.   | 5.11 | 23    | II P. f.  | 5.26 | 15    | II E. c.  | 2.37  |
| 2     | I Em.     | 2.30 | 24    | I P. c.   | 3. 1 | 15    | I E. c.   | 4.49  |
| 5     | III Em.   | 1.40 | 24    | I P. f.   | 5.15 | 16    | I P. c.   | 2.55  |
| 7     | II Em.    | 5.31 | 25    | I Em.     | 2.32 | 16    | I P. f.   | 5. 8  |
| 7     | I E. c.   | 6.28 | 26    | III E. c. | 6. 6 | 16    | II P. c.  | 23.10 |
| 8     | I P. c.   | 3.49 | 30    | III P. c. | 0.43 | 16    | I E. c.   | 23.18 |
| 8     | I P. f.   | 6. 4 | 30    | III P. f. | 2.54 | 16    | III Em.   | 23.53 |
| 9     | I E. c.   | 0.56 | 30    | II P. c.  | 5.13 | 17    | II P. f.  | 1.47  |
| 9     | I Em.     | 4.22 | 30    | I E. c.   | 6.35 | 17    | I Em.     | 2.23  |
| 10    | I P. f.   | 1.32 | 31    | I P. c.   | 4.51 | 22    | II E. c.  | 5.13  |
| 12    | III E. f. | 0.45 | 31    | I P. f.   | 7. 4 | 22    | I E. c.   | 6.42  |
| 12    | III Im.   | 3.14 | Févr. |           |      | 23    | I P. c.   | 4.41  |
| 12    | III Em.   | 5.33 | 1     | I E. c.   | 1. 3 | 23    | III E. c. | 21.57 |
| 14    | II E. c.  | 2.56 | 1     | II Em.    | 2.19 | 24    | III E. f. | 0.24  |
| 15    | I P. c.   | 6.42 | 1     | I Em.     | 4.21 | 24    | I E. c.   | 1.11  |
| 16    | I E. c.   | 2.49 | 2     | I P. f.   | 1.32 | 24    | III Im.   | 1.16  |
| 16    | II P. f.  | 2.58 | 6     | III P. c. | 4.24 | 24    | II P. c.  | 1.28  |
| 16    | I Em.     | 6.14 | 6     | III P. f. | 6.32 | 24    | III Em.   | 3.20  |
| 17    | I P. c.   | 1.10 | 7     | I P. c.   | 6.40 | 24    | II P. f.  | 4. 6  |
| 17    | I P. f.   | 3.24 | 8     | II E. c.  | 0.11 | 24    | I Em.     | 4. 9  |
| 18    | I Em.     | 0.42 | 8     | I E. c.   | 2.56 | 24    | I P. c.   | 23. 8 |
| 19    | III E. c. | 2. 8 | 8     | II Em.    | 4.45 | 25    | I P. f.   | 1.21  |
| 19    | III E. f. | 4.42 | 8     | I Em.     | 6. 9 | 25    | I Em.     | 22.35 |
| 19    | III Im.   | 7. 6 | 9     | I P. c.   | 1. 7 | 25    | II Em.    | 22.40 |

I premier, II deuxième, III troisième, IV quatrième satellite.

*Abréviations.* — Eclipse, commencement E. c., fin E. f.; occultation, immersion Im., émergence Em.; passage du satellite sur le disque de la planète, commencement P. c., fin P. f.

*Voir, pour plus de détails, la Connaissance des Temps pour 1910 (Explications et usage des articles).*

# ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER ET AUTRES PHÉNOMÈNES DU SYSTÈME DE JUPITER EN 1910, visibles à Paris (*suite*)

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

| Mars |           | h m   | Mars  |           | h m   | Avril |           | h m   |
|------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
| 2    | I P. c.   | 6.27  | 19    | I P. c.   | 22.49 | 8     | III E. f. | 0.5   |
| 3    | III E. c. | 1.55  | 20    | I P. f.   | 1.2   | 10    | I P. c.   | 4.1   |
| 3    | I E. c.   | 3.4   | 20    | II P. c.  | 21.22 | 11    | I Im.     | 1.11  |
| 3    | II P. c.  | 3.45  | 20    | I Em.     | 22.14 | 11    | I E. f.   | 3.38  |
| 3    | III E. f. | 4.21  | 21    | II P. f.  | 0.0   | 11    | II P. c.  | 4.3   |
| 3    | III Im.   | 4.41  | 21    | III P. c. | 0.57  | 11    | I P. c.   | 22.27 |
| 3    | I Em.     | 5.54  | 21    | III P. f. | 3.3   | 12    | I P. f.   | 0.41  |
| 3    | II P. f.  | 6.23  | 26    | I E. c.   | 3.13  | 12    | I Im.     | 19.37 |
| 4    | I P. c.   | 0.54  | 26    | II E. c.  | 4.56  | 12    | I E. f.   | 22.7  |
| 4    | I P. f.   | 3.7   | 26    | I Em.     | 5.32  | 12    | II Im.    | 22.51 |
| 4    | I E. c.   | 21.32 | 27    | I P. c.   | 0.33  | 13    | II E. f.  | 2.7   |
| 5    | I Em.     | 0.20  | 27    | I P. f.   | 2.46  | 13    | I P. f.   | 19.7  |
| 5    | II Em.    | 0.59  | 27    | I E. c.   | 21.41 | 14    | II P. f.  | 19.49 |
| 5    | I P. f.   | 21.33 | 27    | II P. c.  | 23.36 | 15    | III Im.   | 0.21  |
| 10   | I E. c.   | 4.57  | 27    | I Em.     | 23.58 | 15    | III E. f. | 4.3   |
| 10   | III E. c. | 5.53  | 28    | II P. f.  | 2.14  | 18    | I Im.     | 2.55  |
| 10   | II P. c.  | 6.1   | 28    | III P. c. | 4.13  | 19    | I P. c.   | 0.12  |
| 11   | I P. c.   | 2.38  | 28    | I P. f.   | 21.12 | 19    | I P. f.   | 2.26  |
| 11   | I P. f.   | 4.52  | 29    | II Em.    | 20.57 | 19    | I Im.     | 21.21 |
| 11   | I E. c.   | 23.26 | 31    | III E. f. | 20.8  | 20    | I E. f.   | 0.1   |
| 11   | II E. c.  | 23.43 |       |           |       | 20    | II Im.    | 1.7   |
| 12   | I Em.     | 2.4   | Avril |           |       | 20    | I P. f.   | 20.52 |
| 12   | II Em.    | 3.17  | 3     | I P. c.   | 2.17  | 21    | II P. c.  | 19.24 |
| 12   | I P. c.   | 21.5  | 3     | I P. f.   | 4.30  | 21    | II P. f.  | 22.4  |
| 12   | I P. f.   | 23.18 | 3     | I Im.     | 23.28 | 25    | III P. f. | 19.39 |
| 13   | I Em.     | 20.30 | 4     | I E. f.   | 1.45  | 26    | I P. c.   | 1.57  |
| 13   | III P. c. | 21.40 | 4     | II P. c.  | 1.49  | 26    | I Im.     | 23.6  |
| 13   | II P. f.  | 21.46 | 4     | II P. f.  | 4.27  | 27    | I E. f.   | 1.55  |
| 13   | III P. f. | 23.44 | 4     | I P. c.   | 20.43 | 27    | I P. c.   | 20.24 |
| 18   | I P. c.   | 4.23  | 4     | I P. f.   | 22.56 | 27    | I P. f.   | 22.38 |
| 19   | I E. c.   | 1.19  | 5     | I E. f.   | 20.13 | 28    | I E. f.   | 20.23 |
| 19   | II E. c.  | 2.19  | 5     | II Im.    | 20.35 | 28    | II P. c.  | 21.41 |
| 19   | I Em.     | 3.48  | 5     | II E. f.  | 23.30 | 29    | II P. f.  | 0.21  |
| 19   | II Em.    | 5.33  | 7     | III Im.   | 21.5  | 30    | II E. f.  | 20.38 |

# ÉCLIPSES DES SATELLITES DE JUPITER ET AUTRES PHÉNOMÈNES DU SYSTÈME DE JUPITER EN 1910, visibles à Paris (*fin*)

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

| Mai |           |                           | Mai    |           |                           | Juill. |           |                           |
|-----|-----------|---------------------------|--------|-----------|---------------------------|--------|-----------|---------------------------|
|     |           | <sup>h</sup> <sup>m</sup> |        |           | <sup>h</sup> <sup>m</sup> |        |           | <sup>h</sup> <sup>m</sup> |
| 2   | III P. c. | 20.42                     | 28     | I E. f.   | 22.30                     | 21     | I P. f.   | 21.4                      |
| 2   | III P. f. | 23.5                      | 30     | II P. c.  | 20.19                     | 28     | I P. c.   | 20.46                     |
| 4   | I Im.     | 0.52                      | 30     | II P. f.  | 23.1                      |        |           |                           |
| 4   | I P. c.   | 22.10                     |        |           |                           | Août   |           |                           |
| 5   | I P. f.   | 0.24                      | Juin   |           |                           | 5      | I Im.     | 19.54                     |
| 5   | I E. f.   | 22.18                     | 1      | II E. f.  | 20.22                     | 14     | I E. f.   | 19.34                     |
| 5   | II P. c.  | 23.59                     | 3      | I P. c.   | 23.54                     | 14     | III Em.   | 19.56                     |
| 7   | II E. f.  | 23.14                     | 4      | III Im.   | 0.41                      |        |           |                           |
| 10  | III P. c. | 0.8                       | 4      | I Im.     | 21.1                      | Nov.   |           |                           |
| 11  | I P. c.   | 23.57                     | 5      | I E. f.   | 0.25                      | 21     | II P. f.  | 6.12                      |
| 12  | I P. f.   | 2.12                      | 5      | I P. f.   | 20.37                     | 23     | III E. f. | 7.2                       |
| 12  | I Im.     | 21.5                      | 6      | II P. c.  | 22.46                     | 26     | I P. c.   | 6.50                      |
| 13  | I E. f.   | 0.12                      | 8      | II E. f.  | 22.58                     | 27     | I Em.     | 6.22                      |
| 13  | III E. f. | 19.54                     | 11     | I Im.     | 22.54                     | 28     | II P. c.  | 6.22                      |
| 13  | I P. f.   | 20.39                     | 12     | I P. f.   | 22.29                     |        |           |                           |
| 14  | II Im.    | 21.17                     | 13     | I E. f.   | 20.48                     | Déc.   |           |                           |
| 15  | II E. f.  | 1.51                      | 14     | III P. f. | 21.2                      | 4      | I E. c.   | 5.27                      |
| 19  | I P. c.   | 1.46                      | 15     | II Im.    | 20.24                     | 5      | I P. f.   | 5.32                      |
| 19  | I Im.     | 22.54                     | 19     | I P. c.   | 22.7                      | 7      | II Em.    | 6.8                       |
| 20  | III Em.   | 19.54                     | 20     | I E. f.   | 22.43                     | 11     | III P. c. | 6.26                      |
| 20  | I P. c.   | 20.13                     | 21     | III P. c. | 22.16                     | 11     | I E. c.   | 7.21                      |
| 20  | III E. c. | 21.40                     | 22     | II Im.    | 22.58                     | 12     | I P. c.   | 5.18                      |
| 20  | I P. f.   | 22.28                     | 27     | I Im.     | 21.9                      | 13     | I Em.     | 4.51                      |
| 20  | III E. f. | 23.52                     | 28     | I P. f.   | 20.46                     | 19     | I P. c.   | 7.17                      |
| 21  | I E. f.   | 20.35                     |        |           |                           | 20     | I Em.     | 6.49                      |
| 21  | II Im.    | 23.42                     | Juill. |           |                           | 21     | II E. c.  | 7.7                       |
| 23  | II P. f.  | 20.35                     | 1      | II P. f.  | 22.26                     | 23     | II P. f.  | 6.44                      |
| 27  | I Im.     | 0.43                      | 2      | III E. c. | 21.37                     | 27     | I E. c.   | 5.36                      |
| 27  | III Im.   | 21.0                      | 5      | I P. c.   | 20.26                     | 28     | I P. f.   | 5.56                      |
| 27  | I P. c.   | 22.3                      | 6      | I E. f.   | 21.2                      | 29     | III Im.   | 5.22                      |
| 27  | III Em.   | 23.33                     | 8      | II P. c.  | 22.19                     | 29     | III Em.   | 7.4                       |
| 28  | I P. f.   | 0.18                      | 20     | I Im.     | 21.27                     | 30     | II P. c.  | 6.50                      |

## ASPECTS DES PLANÈTES

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

| 1910    | HEURES | PHÉNOMÈNES                               |
|---------|--------|--|
| Janv. 1 | 10     | ☉ au périégée.                           |
| 2       | 3      | ♀ dans ☿.                                |
| 3       | 13     | ♂ ☿ ☾ ..... ♀ 3.11 S.                    |
| 4       | 6      | ☾ à l'apogée.                            |
| 4       | 19     | ♂ ☐ ☉.                                   |
| 7       | 21     | ♂ ☐ ☉.                                   |
| 8       | 14     | ♂ au périégée.                           |
| 9       | 2      | ♂ ☿ ☉.                                   |
| 10      | 15     | ♀ plus grande élongation. 19. 2 E.       |
| 11      | 12     | ♂ ☿ ☾ ..... ♂ 3. 9 N.                    |
| 12      | 6      | ♂ ☿ ☉.                                   |
| 12      | 12     | ♂ plus grande latitude héliocentrique S. |
| 12      | 17     | ♀ plus grand éclat.                      |
| 12      | 21     | ♀ ☿ ☾ ..... ♀ 4.33 N.                    |
| 12      | 23     | ♂ à l'apogée.                            |
| 13      | 15     | ♀ dans ☿.                                |
| 14      | 4      | ♀ ☿ ☾ ..... ♀ 7.43 N.                    |
| 17      | 11     | ♀ stationnaire.                          |
| 17      | 14     | ☾ au périégée.                           |
| 17      | 16     | ♂ ☿ ☾ ..... ♂ 1.34 N.                    |
| 18      | 5      | ♂ ☐ ☉.                                   |
| 18      | 5      | ♀ au périhélie.                          |
| 18      | 7      | ♂ ☿ ☾ ..... ♂ 4.25 N.                    |
| 20      | 22     | ☉ entre dans ♊.                          |
| 22      | 17     | ♀ stationnaire.                          |
| 24      | 4      | ♂ ☿ ☾ ..... ♂ 4. 5 S.                    |
| 26      | 9      | ♀ ☿ inférieure ☉.                        |
| 27      | 22     | ☿ au périégée.                           |
| 28      | 12     | ♀ plus grande latitude héliocentrique N. |
| 29      | 21     | ♂ stationnaire.                          |
| 31      | 0      | ♂ ☿ ☾ ..... ♀ 2.45 S.                    |
| Févr. 1 | 4      | ☾ à l'apogée.                            |

## ASPECTS DES PLANÈTES (suite)

(Temps moyen civil, compté de 0h à 24h)

| 1910    | HEURES | PHÉNOMÈNES                               |            |
|---------|--------|--|------------|
| Févr. 4 | 18     | ♀ au périhélie.                          |            |
| 7       | 7      | ♀ stationnaire.                          |            |
| 8       | 1      | ♂ ☾ ..... ♂                              | ♂ 3.19 N.  |
| 8       | 6      | ♀ ☾ ..... ♀                              | ♀ 6.25 N.  |
| 10      | 1      | ♀ ☾ ..... ♀                              | ♀ 13.34 N. |
| 11      | 16     | ♀ au périgée.                            |            |
| 12      | 13     | ♀ ☾ inférieure ☉.                        |            |
| 12      | 22     | ☾ au périgée.                            |            |
| 13      | 23     | ♀ ☾ ♉ Verseau ..... *                    | 0.16 N.    |
| 14      | 2      | ♂ ☾ ..... ♂                              | ♂ 1.18 N.  |
| 15      | 18     | ♂ ☾ ..... ♂                              | ♂ 3. 1 N.  |
| 19      | 13     | ☉ entre dans ♏.                          |            |
| 20      | 5      | ♀ plus grande elongation.                | 26.33 O.   |
| 20      | 10     | ♂ ☾ ..... ♂                              | ♂ 4.10 S.  |
| 20      | 20     | ☾ appulse z Gémeaux, .. *                | 0. 5,1     |
| 21      | 0      | ♀ dans ♏.                                |            |
| 26      | 15     | ♀ plus grande latitude héliocentrique N. |            |
| 27      | 6      | Z' ☾ ..... Z'                            | 2.29 S.    |
| 27      | 22     | ♀ ☾ ♀ ..... ♀                            | 9.19 S.    |
| 28      | 23     | ☾ à l'apogée.                            |            |
| Mars 3  | 5      | ♀ à l'aphélie.                           |            |
| 5       | 2      | ♀ stationnaire.                          |            |
| 7       | 13     | ♂ ☾ ..... ♂                              | ♂ 3.34 N.  |
| 8       | 21     | ♀ ☾ ..... ♀                              | ♀ 11.52 N. |
| 9       | 21     | ♀ ☾ ..... ♀                              | ♀ 3.15 N.  |
| 10      | 6      | ♀ ☾ ♉ Verseau ..... *                    | 0. 5 S.    |
| 12      | 23     | ☾ au périgée.                            |            |
| 13      | 15     | ♂ ☾ ..... ♂                              | ♂ 0.58 N.  |
| 13      | 23     | ♀ plus grand éclat.                      |            |
| 16      | 7      | ♂ ☾ ..... ♂                              | ♂ 1.16 N.  |
| 19      | 2      | ☾ appulse z Gémeaux.... *                | 0. 5,3     |
| 19      | 14     | ♂ ☾ ..... ♂                              | ♂ 4.21 S.  |

## ASPECTS DES PLANÈTES (suite)

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

| 1910  | HEURES | PHÉNOMÈNES   |
|-------|--------|--|
| Mars  | 21     | 12 ☉ entre dans ♈, comm <sup>t</sup> du printemps. |
|       | 23     | 14 ♀ plus grande latitude héliocentrique S.        |
|       | 26     | 6 ☿ ☾ ☾ ..... ☿ 2°31' S.                           |
|       | 28     | 11 ☾ à l'apogée.                                   |
|       | 28     | 12 ☿ stationnaire.                                 |
|       | 29     | 12 ☿ plus grande latitude héliocentrique N.        |
|       | 31     | 6 ☿ ☿ ☉.   |
| Avril | 1      | 3 ☿ au périgée.                                    |
|       | 1      | 9 ♀ à l'apogée.                                    |
|       | 3      | 23 ☿ ☾ ☾ ..... ☿ 3.49 N.                           |
|       | 5      | 23 ♀ ☾ ☾ supérieure ☉.                             |
|       | 6      | 11 ♀ ☾ ☾ ..... ♀ 7.43 N.                           |
|       | 7      | 7 ☿ ☐ ☉.   |
|       | 10     | 3 ☿ ☾ ☾ ..... ♀ 2.59 N.                            |
|       | 10     | 7 ☿ ☾ ☾ ..... ♀ 0.40 N.                            |
|       | 10     | 9 ☾ au périgée.                                    |
|       | 11     | 7 ☿ ☾ ☿ ..... ♀ 2.21 N.                            |
|       | 11     | 14 ☿ dans ☿.                                       |
|       | 13     | 22 ☿ ☾ ☾ ..... ☿ 0.28 S.                           |
|       | 15     | 21 ☿ ☾ ☾ ..... ☿ 4.33 S.                           |
|       | 16     | 1 ☿ ☐ ☉.   |
|       | 16     | 5 ♀ au périhélie.                                  |
|       | 17     | 3 ☿ à l'apogée.                                    |
|       | 17     | 5 ☿ ☾ ☉.   |
|       | 21     | 0 ☉ entre dans ♈.                                  |
|       | 22     | 6 ☿ ☾ ☾ ..... ☿ 2.48 S.                            |
|       | 23     | 7 ♀ ☾ ☿ de Bélier..... ★ 0.12 S.                   |
|       | 23     | 15 ♀ plus grande elongation. 46.13 O.              |
|       | 23     | 17 ♀ dans ☿.                                       |
|       | 24     | 14 ☾ à l'apogée.                                   |
|       | 26     | 11 ♀ plus grande latitude héliocentrique N.        |
|       | 30     | 8 ☿ stationnaire.                                  |



## ASPECTS DES PLANÈTES ( suite )

( Temps moyen civil, compté de 0h à 24h )

| 1910 |    | HEURES | PHÉNOMÈNES                               |            |
|------|----|--------|--|------------|
| Mai  | 1  | 7      | ♄ ♂ ☾ .....                              | ♄ 3.58' N. |
|      | 2  | 16     | ♂ plus grande élongation.                | 20.45 E.   |
|      | 5  | 21     | ♀ ♂ ☾ .....                              | ♀ 3.55 N.  |
|      | 8  | 0      | ♂ ♂ ☾ .....                              | ♂ 0.23 N.  |
|      | 8  | 20     | ☾ au périgée.                            |            |
|      | 9  | —      | Eclipse de ☉, invisible à Paris.         |            |
|      | 10 | 12     | ♄ à l'aphélie.                           |            |
|      | 10 | 12     | ♂ ♂ ☾ .....                              | ♂ 1.18 N.  |
|      | 12 | 13     | ♂ ♂ ☾ .....                              | ♂ 1.57 S.  |
|      | 13 | 6      | ♂ ♂ ☾ .....                              | ♂ 4.39 S.  |
|      | 14 | 6      | ♂ stationnaire.                          |            |
|      | 19 | 7      | ♄ ♂ ☾ .....                              | ♄ 3. 5 S.  |
|      | 19 | 23     | ♂ dans ☿.                                |            |
|      | 21 | 19     | ☾ à l'apogée.                            |            |
|      | 22 | 0      | ☉ entre dans ♏.                          |            |
|      | 24 | —      | Eclipse de ☾, en partie visible à Paris. |            |
|      | 25 | 17     | ♂ ♂ ☉ inférieure ☉.                      |            |
|      | 26 | 12     | ♂ au périgée.                            |            |
|      | 27 | 21     | ♀ à l'aphélie.                           |            |
|      | 28 | 12     | ♄ ♂ ☾ .....                              | ♄ 3.57 N.  |
|      | 29 | 17     | ♂ ♂ ☿ .....                              | ♂ 1.59 N.  |
|      | 30 | 4      | ♂ à l'aphélie.                           |            |
| Juin | 1  | 21     | ♄ stationnaire.                          |            |
|      | 4  | 13     | ♀ ♂ ☾ .....                              | ♀ 0.13 N.  |
|      | 4  | 15     | ♂ ♂ ☾ .....                              | ♂ 0. 2 N.  |
|      | 5  | 14     | ♀ ♂ ☿ .....                              | ♀ 0. 4 N.  |
|      | 6  | 3      | ☾ au périgée.                            |            |
|      | 6  | 12     | ♂ ♂ ☾ .....                              | ♂ 4.13 S.  |
|      | 7  | 2      | ♂ stationnaire.                          |            |
|      | 9  | 17     | ♂ ♂ ☾ .....                              | ♂ 4.40 S.  |
|      | 10 | 4      | ♂ ♂ ☾ .....                              | ♂ 3. 6 S.  |
|      | 15 | 14     | ♄ ♂ ☾ .....                              | ♄ 3. 9 S.  |

## ASPECTS DES PLANÈTES (suite)

(Temps moyen civil, compté de 0h à 24h)

| 1910     | HEURES | PHÉNOMÈNES                               |
|----------|--------|--|
| Juin 16  | 7      | ♂ ♂ ♀ Écrevisse ..... ★ 0. 4 N.          |
| 17       | 16     | ♂ plus grande latitude héliocentrique N. |
| 18       | 7      | ☾ à l'apogée.                            |
| 19       | 13     | ♂ plus grande latitude héliocentrique S. |
| 19       | 13     | ♀ plus grande latitude héliocentrique S. |
| 20       | 10     | ♂ plus grande elongation. 22.33 O.       |
| 22       | 8      | ☉ entre dans ♋, commencement de l'été.   |
| 24       | 16     | ♄ ♂ ☾ ..... ♄ 3.50 N.                    |
| 25       | 22     | ♂ ♂ ♀ Écrevisse ..... ★ 0.19 N.          |
| 28       | 5      | ♄ ☐ ☉.                                   |
| Juill. 2 | 3      | ♄ ♂ ☾ ..... ♄ 0.23 S.                    |
| 4        | 3      | ☾ au périgée.                            |
| 4        | 6      | ♀ ♂ ☾ ..... ♀ 2.57 S.                    |
| 4        | 23     | ☉ à l'apogée.                            |
| 5        | 18     | ♂ ♂ ☾ ..... ♂ 3. 8 S.                    |
| 7        | 5      | ♂ ♂ ☾ ..... ♂ 4.40 S.                    |
| 8        | 13     | ♂ dans ☿.                                |
| 8        | 20     | ♂ ♂ ☾ ..... ♂ 3.53 S.                    |
| 12       | 5      | ♂ à l'apogée.                            |
| 12       | 8      | ♂ ♂ ☉.                                   |
| 13       | 1      | ♀ ♂ ♄ Taureau ..... ★ 0.19 N.            |
| 13       | 2      | ♄ ♂ ☾ ..... ♄ 2.58 S.                    |
| 13       | 4      | ♂ au périhélie.                          |
| 15       | 23     | ♄ au périgée.                            |
| 16       | 0      | ☾ à l'apogée.                            |
| 16       | 8      | ♂ ♂ ♄ ..... ♂ 1.54 N.                    |
| 16       | 17     | ♄ ♂ ☉.                                   |
| 19       | 16     | ♂ ♂ supérieure ☉.                        |
| 21       | 21     | ♄ ♂ ☾ ..... ♄ 3.44 N.                    |
| 22       | 2      | ☾ appulse ω Sagittaire... ★ 0. 2,9       |
| 22       | 14     | ♂ à l'apogée.                            |
| 23       | 5      | ♂ à l'aphélie.                           |

## ASPECTS DES PLANÈTES (suite)

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

| 1910      | HEURES | PHÉNOMÈNES |   |  |             |
|-----------|--------|------------|---|--|-------------|
| Juill. 23 | 11     | ♂          |   | plus grande latitude héliocentrique N. |             |
| 23        | 12     | ♂          | ♂ | ♄ Écrevisse.....                       | ★ 0° 12' S. |
| 23        | 19     | ☉          |   | entre dans ♋.                          |             |
| 27        | 3      | ♀          | ♂ | ♄ Gémeaux (¹) ..                       | ★ 0.0.01 N. |
| 28        | 17     | ♀          | ♂ | ♄ Gémeaux.....                         | ★ 0.0.21 S. |
| 29        | 12     | ♂          | ♂ | ♄ .....                                | ♂ 0.52 S.   |
| 30        | 7      | ♂          | ☐ | ☉.                                     |             |
| 30        | 23     | ♄          |   | au périhélie.                          |             |
| Août 2    | 23     | ♀          | ♂ | ♄ .....                                | ♀ 4.8 S.    |
| 3         | 15     | ♂          | ♂ | ♄ .....                                | ♂ 4.45 S.   |
| 6         | 6      | ♂          | ♂ | ♄ .....                                | ♂ 0.5 N.    |
| 6         | 13     | ♂          | ♂ | ♄ .....                                | ♂ 4.11 S.   |
| 6         | 14     | ♂          | ♂ | ♄ .....                                | ♂ 4.7 S.    |
| 8         | 17     | ♀          | ♂ | ♄ Gémeaux.....                         | ★ 0.6 N.    |
| 9         | 19     | ♄          | ♂ | ♄ .....                                | ♄ 2.34 S.   |
| 11        | 1      | ♀          | ♂ | ♄ .....                                | ♀ 0.27 N.   |
| 12        | 19     | ♄          |   | à l'apogée.                            |             |
| 14        | 20     | ♀          |   | dans ☉.                                |             |
| 15        | 22     | ♂          |   | dans ☉.                                |             |
| 18        | 4      | ♄          | ♂ | ♄ .....                                | ♄ 3.46 N.   |
| 19        | 4      | ♂          | ♂ | ♄ 83 Lion.....                         | ★ 0.3 S.    |
| 19        | 11     | ♂          |   | stationnaire.                          |             |
| 24        | 2      | ☉          |   | entre dans ♋.                          |             |
| 25        | 2      | ♄          |   | au périhélie.                          |             |
| 25        | 18     | ♂          | ♂ | ♄ .....                                | ♂ 1.18 S.   |
| 26        | 4      | ♂          |   | à l'aphélie.                           |             |
| 27        | 4      | ♂          | ♂ | ♄ Lion.....                            | ★ 0.22 N.   |
| 30        | 16     | ♂          |   | plus grande elongation.                | 27.8 E.     |
| 30        | 23     | ♂          | ♂ | ♄ .....                                | ♂ 4.56 S.   |
| Sept. 1   | 20     | ♀          | ♂ | ♄ .....                                | ♀ 4.26 S.   |

(¹) L'étoile est occultée par ♀.

## ASPECTS DES PLANÈTES (suite)

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

| 1910    | HEURES | PHÉNOMÈNES                                      |   |               |             |
|---------|--------|---|---|---------------|-------------|
| Sept. 4 | 7      | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 3°.55' S. |
| 5       | 18     | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 7.25 S.   |
| 6       | 13     | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 2. 3 S.   |
| 9       | 14     | ☾ à l'apogée.                                   |   |               |             |
| 13      | 6      | ♂ à l'apogée.                                   |   |               |             |
| 13      | 9      | ♂ stationnaire.                                 |   |               |             |
| 14      | 12     | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 3.56 N.   |
| 15      | 12     | ♂ plus grande latitude héliocentrique S.        |   |               |             |
| 15      | 12     | ♂   | ♂ | ♂ Vierge..... | ★ 0.13 S.   |
| 17      | 5      | ♀ au périhélie.                                 |   |               |             |
| 21      | 11     | ☾ au périhélie.                                 |   |               |             |
| 22      | 0      | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 1.31 S.   |
| 23      | 12     | ♀   | ♂ | ♂ Lion.....   | ★ 0. 0.6 S. |
| 23      | 23     | ☾ entre dans ♊, comm <sup>e</sup> de l'automne. |   |               |             |
| 24      | 2      | ☾ appulse z <sub>1</sub> Taureau....            |   |               |             |
| 24      | 3      | ♂ au périhélie.                                 |   |               |             |
| 25      | 4      | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 4.21 S.   |
| 26      | 8      | ☾ inférieure ☉.                                 |   |               |             |
| 27      | 6      | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 5.10 S.   |
| 27      | 17     | ♂   | ♂ | ☉.            |             |
| Oct. 1  | 12     | ♂ stationnaire.                                 |   |               |             |
| 2       | 0      | ♀   | ♂ | ☾ .....       | ♀ 3. 9 S.   |
| 2       | 5      | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 5.25 S.   |
| 3       | 2      | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 3. 3 S.   |
| 3       | 14     | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 1.55 S.   |
| 4       | 8      | ♂   | ♂ | ☾ .....       | ♂ 1.31 S.   |
| 4       | 13     | ♂ dans ☾.                                       |   |               |             |
| 5       | 9      | ♂ stationnaire.                                 |   |               |             |
| 7       | 7      | ♂ à l'apogée.                                   |   |               |             |
| 9       | 3      | ♂ au périhélie.                                 |   |               |             |
| 9       | 8      | ♂ plus grande latitude héliocentrique N.        |   |               |             |
| 9       | 19     | ♂   | ♂ | ♂ Vierge..... | ★ 0. 6 S.   |

## ASPECTS DES PLANÈTES (suite)

(Temps moyen civil, compté de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.)

| 1910    | HEURES | PHÉNOMÈNES                               |          |  |
|---------|--------|--|----------|--|
| Oct. 11 | 19     | ♂ plus grande élongation.                | 17.59 O. |  |
| 11      | 20     | ♂ ☾ ☾ ..... ♀ 4. 7 N.                    |          |  |
| 15      | 15     | ♂ ☐ ☐.                                   |          |  |
| 15      | 19     | ♂ ☐ ☐.                                   |          |  |
| 17      | 13     | Z' à l'apogée.                           |          |  |
| 19      | 5      | Z' ☐ ☐.                                  |          |  |
| 19      | 6      | ♂ ☐ ☐ ..... ♀ 1.28 S.                    |          |  |
| 19      | 10     | ♂ plus grande latitude héliocentrique N. |          |  |
| 19      | 15     | ☾ au périgée.                            |          |  |
| 22      | 23     | ♀ ☐ ☐ ..... ♀ 0.45 N.                    |          |  |
| 23      | 22     | ♂ ☐ ☐ Vierge..... ★ 0. 7 S.              |          |  |
| 24      | 7      | ☉ entre dans ♍.                          |          |  |
| 24      | 12     | ♂ ☐ ☐ ..... ♀ 5.20 S.                    |          |  |
| 25      | 13     | ♂ stationnaire.                          |          |  |
| 27      | 10     | ♂ au périgée.                            |          |  |
| 27      | 10     | ♂ ☐ ☐.                                   |          |  |
| 27      | 12     | ♂ ☐ ☐ ..... ♀ 1. 5 N.                    |          |  |
| 28      | 11     | ♀ ☐ ☐ Z'..... ♀ 0.11 N.                  |          |  |
| 30      | 1      | ♂ ☐ ☐ Z'..... ♀ 0.21 N.                  |          |  |
| Nov. 1  | 0      | ♂ ☐ ☐ ..... ♂ 1.39 S.                    |          |  |
| 1       | 3      | Z' ☐ ☐ ..... Z' 0.58 S.                  |          |  |
| 1       | 10     | ♂ ☐ ☐ ..... ♀ 0.33 S.                    |          |  |
| 1       | 12     | ♀ ☐ ☐ ..... ♀ 0.28 S.                    |          |  |
| 2       | —      | Eclipse de ☉, invisible à Paris.         |          |  |
| 3       | 9      | ♂ ☐ ☐ ..... ♀ 0.10 S.                    |          |  |
| 3       | 18     | ☾ à l'apogée.                            |          |  |
| 4       | 14     | ♂ ☐ ☐ Z'..... ♂ 0.34 S.                  |          |  |
| 8       | 4      | ♂ ☐ ☐ ..... ♀ 4.14 N.                    |          |  |
| 9       | 4      | ♂ ☐ ☐ Balance..... ★ 0. 4 N.             |          |  |
| 9       | 5      | ♂ ☐ ☐ Balance..... ★ 0. 2 N.             |          |  |
| 11      | 21     | ♂ dans ☉.                                |          |  |
| 12      | 15     | ♂ ☐ ☐ supérieure ☉.                      |          |  |

## ASPECTS DES PLANÈTES (fin)

(Temps moyen civil, compté de oh à 24h)

| 1910    | HEURES | PHÉNOMÈNES |   |   |             |
|---------|--------|------------|---|---|-------------|
| Nov. 15 | 2      | ♂          | ♂ | λ Vierge.....                               | ★ 0. 2 N.   |
| 15      | 14     | ♂          | ♂ | ♄ ..... ♀                                   | 1.13 S.     |
| 16      | 15     | ♀          |   | à l'apogée.                                 |             |
| 16      | —      |            |   | Eclipse de ♄, visible à Paris.              |             |
| 17      | 3      | ♄          |   | au périégée.                                |             |
| 20      | 20     | ♂          | ♂ | ♄ ..... ♄                                   | 5.22 S.     |
| 22      | 3      | ♀          |   | à l'aphélie.                                |             |
| 23      | 4      | ☉          |   | entre dans ♊.                               |             |
| 25      | 17     | ♀          |   | à l'apogée.                                 |             |
| 26      | 14     | ♀          | ♂ | supérieure ☉.                               |             |
| 26      | 23     | ♂          | ♂ | 8 Balance.....                              | ★ 0. 1 N.   |
| 27      | 1      | ♂          | ♂ | α Balance.....                              | ★ 0. 0,6 S. |
| 28      | 21     | ♄          | ♂ | ♄ ..... ♄                                   | 0.23 S.     |
| 29      | 22     | ♂          | ♂ | ♄ ..... ♂                                   | 0. 1 N.     |
| 30      | 19     | ♄          |   | à l'apogée.                                 |             |
| Déc. 2  | 1      | ♀          | ♂ | ♄ ..... ♀                                   | 2. 2 N.     |
| 2       | 8      | ♀          | ♂ | θ Ophiuchus....                             | ★ 0. 6 N.   |
| 2       | 22     | ♀          | ♂ | ♄ ..... ♀                                   | 0.49 N.     |
| 4       | 10     | ♀          |   | dans ♋.                                     |             |
| 5       | 12     | ♄          | ♂ | ♄ ..... ♄                                   | 4.15 N.     |
| 12      | 12     | ♀          |   | plus grande latitude héliocentrique         | S.          |
| 12      | 22     | ♂          | ♂ | ♄ ..... ♀                                   | 1. 2 S.     |
| 15      | 16     | ♄          |   | au périégée.                                |             |
| 18      | 6      | ♂          | ♂ | ♄ ..... ♄                                   | 5.16 S.     |
| 19      | 9      | ♂          | ♂ | λ Balance.....                              | ★ 0. 3 S.   |
| 22      | 17     | ☉          |   | entre dans ♏, comm <sup>t</sup> de l'hiver. |             |
| 24      | 22     | ♀          |   | plus grande elongation.                     | 19.51 E.    |
| 26      | 14     | ♄          | ♂ | ♄ ..... ♄                                   | 0.16 N.     |
| 26      | 23     | ♀          | ♂ | ♄ ..... ♀                                   | 0.36 S.     |
| 28      | 3      | ♄          |   | à l'apogée.                                 |             |
| 28      | 22     | ♂          | ♂ | ♄ ..... ♂                                   | 1.38 N.     |
| 31      | 12     | ♀          |   | dans ♏.                                     |             |

## NOTE EXPLICATIVE

DU

## TABLEAU DES POINTS RADIANTS DES ÉTOILES FILANTES.

Dans les pages suivantes, nous fournissons les positions des points de divergence des principaux groupes d'étoiles filantes. Les points de divergence ou les points radiants indiquent, dans l'espace, le centre d'une petite région d'où paraissent se répandre sur la voûte céleste, périodiquement à certaines époques de l'année, des essaims de météores.

Dans chaque nuit de l'année, on peut, d'après les données fournies, évaluer à environ six ou sept le nombre des points radiants qui apparaissent dans les diverses constellations du ciel, mais pour la plus grande partie de ces lieux on ne possède que des indications très vagues sur la position.

La quantité des météores appartenant à une même source et la durée de l'émanation sont très variables; pour quelques-uns, elle atteint à peine quelques heures, pour d'autres elle se prolonge au delà de quelques semaines, et les divers corpuscules d'un même flux sillonnent le ciel dans toutes les directions et s'éteignent après une courte visibilité à une distance plus ou moins considérable du point de départ.

L'observation de ce phénomène offre à plusieurs égards un haut intérêt scientifique, surtout depuis que les travaux des astronomes ont permis de constater que certains essaims de météores et certaines comètes effectuent leur mouvement autour du Soleil sur une même trajectoire.

Par la détermination de la position du point radiant et la connaissance de l'époque de l'année où l'observateur aperçoit, pour un de ces courants, le plus grand nombre de corpuscules, il devient possible, en effet, de calculer les éléments de l'orbite. En comparant les éléments des essaims d'étoiles filantes aux éléments des comètes, on est arrivé dans plusieurs cas à reconnaître avec certitude l'identité entre les deux genres d'orbites. Ce Tableau a été dressé d'après les données de M. Denning.

## ÉPOQUES ET POSITIONS

en ascension droite et en déclinaison  
du centre d'émanation des principaux essaims  
d'étoiles filantes.

| N <sup>os</sup> | ÉPOQUES                       | R                | D                | ÉTOILE VOISINE  |
|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 1               | 2 janvier.                    | 119 <sup>°</sup> | +16 <sup>°</sup> | ζ Écrevisse.    |
| 2               | 2-3 janvier                   | 232              | +49              | β Bouvier.      |
| 3               | 4-11 janvier.                 | 180              | +35              | N Chevelure.    |
| 4               | 18 janvier.                   | 232              | +36              | ζ Couronne.     |
| 5               | 28 janvier.                   | 236              | +25              | α Couronne.     |
| 6               | janvier.                      | 105              | +44              | 63 Cocher.      |
| 7               | 16 février.                   | 74               | +48              | α Cocher.       |
| 8               | 7 mars.                       | 233              | -18              | β Scorpion.     |
| 9               | 7 mars.                       | 244              | +15              | γ Hercule.      |
| 10              | 9 avril.                      | 255              | +36              | π Hercule.      |
| 11              | 16-30 avril.                  | 206              | +13              | γ Bouvier.      |
| 12              | 19-30 avril.                  | 271              | +33              | 104 Hercule.    |
| 13              | 29 avril-2 mai.               | 326              | -2               | α Verseau.      |
| 14              | 22 mai.                       | 232              | +25              | α Couronne.     |
| 15              | 23-25 juillet.                | 48               | +43              | β Persée.       |
| 16              | 25-28 juillet.                | 335              | +26              | ι Pégase.       |
| 17              | 26-29 juillet.                | 342              | -34              | δ Poisson aust. |
| 18              | 27 juillet.                   | 7                | +32              | δ Andromède.    |
| 19              | 27-29 juillet.                | 341              | -13              | δ Verseau.      |
| 20              | 27 juillet-4 août.            | 29               | +36              | β Triangle.     |
| 21              | 31 juillet.                   | 310              | +44              | α Cygne.        |
| 22              | 7-11 août.                    | 295              | +54              | γ Cygne.        |
| 23              | 7-12 août.                    | 292              | +70              | δ Dragon.       |
| 24              | 8-9 août.                     | 5                | +55              | α Cassiopée.    |
| 25              | 9-11 août.                    | 44               | +56              | γ Persée.       |
| 26              | 9-14 août.                    | 9                | -19              | β Baleine.      |
| 27              | 12-13 août.                   | 345              | +50              | 3084 Bradley.   |
| 28              | 12-16 août.                   | 61               | +48              | μ Persée.       |
| 29              | 20 et 25 août.                | 6                | +11              | γ Pégase.       |
| 30              | 21-23 août.                   | 291              | +60              | ο Dragon.       |
| 31              | 23 août-1 <sup>er</sup> sept. | 282              | +41              | α Lyre.         |
| 32              | 25-30 août.                   | 237              | +65              | γ Dragon.       |
| 33              | 3 septembre.                  | 354              | +38              | 14 Andromède    |



## ÉPOQUES ET POSITIONS

en ascension droite et en déclinaison  
du centre d'émanation des principaux essaims  
d'étoiles filantes. (Suite.)

| N <sup>os</sup> | ÉPOQUES                       | R    | D    | ÉTOILE VOISINE               |
|-----------------|-------------------------------|------|------|------------------------------|
| 34              | 3-14 septembre.               | 346° | + 3° | 3-γ Poissons.                |
| 35              | 6-8 septembre.                | 62   | +37  | ε Persée.                    |
| 36              | 8-10 septembre.               | 78   | +23  | ζ Taureau.                   |
| 37              | 13 septembre.                 | 68   | + 5  | 236 Piazzi IV <sup>h</sup> . |
| 38              | 15-20 septembre.              | 10   | +35  | β Andromède.                 |
| 29              | 15 et 22 septembre.           | 6    | +11  | γ Pégase.                    |
| 39              | 20-21 septembre.              | 103  | +68  | 42 Girafe.                   |
| 40              | 21-22 septembre.              | 74   | +44  | α Cocher.                    |
| 41              | 21 et 25 septembre.           | 30   | +36  | β Triangle.                  |
| 42              | 21 septembre.                 | 31   | +18  | α Bélier.                    |
| 43              | 29 sept.-9 oct.               | 24   | +17  | γ Bélier.                    |
| 42              | 7 octobre.                    | 31   | +18  | α Bélier.                    |
| 44              | 8 octobre.                    | 43   | +56  | γ Persée.                    |
| 45              | 15 et 29 octobre.             | 108  | +23  | δ Gémeaux.                   |
| 46              | 18-20 octobre.                | 90   | +15  | γ Orion.                     |
| 47              | 18-27 octobre.                | 108  | +12  | β Petit Chien.               |
| 48              | 20-27 octobre.                | 328  | +62  | α Céphée.                    |
| 49              | 21-25 octobre.                | 112  | +30  | β Gémeaux.                   |
| 50              | octobre.                      | 29   | + 8  | ξ <sup>1</sup> Baleine.      |
| 51              | 31 octobre-4 nov.             | 43   | +22  | ε Bélier.                    |
| 52              | 1-8 novembre.                 | 58   | +20  | A Taureau.                   |
| 53              | 13-14 novembre.               | 53   | +32  | ο Persée.                    |
| 54              | 13-14 novembre.               | 149  | +23  | ζ Lion.                      |
| 55              | 13-14 novembre.               | 279  | +56  | 2348 Bradley.                |
| 56              | 16 et 25-28 nov.              | 154  | +40  | μ Gr. Ourse.                 |
| 57              | 20 et 27 novembre.            | 62   | +22  | ω <sup>2</sup> Taureau.      |
| 58              | 27 novembre.                  | 25   | +43  | γ Andromède.                 |
| 48              | 28 novembre.                  | 328  | +62  | α Céphée.                    |
| 44              | 1 <sup>er</sup> décembre.     | 43   | +56  | γ Persée.                    |
| 59              | 1 <sup>er</sup> -10 décembre. | 117  | +32  | α-β Gémeaux.                 |
| 60              | 6 décembre.                   | 80   | +23  | ζ Taureau.                   |
| 61              | 6-13 décembre.                | 149  | +41  | 254 Piazzi IX <sup>h</sup> . |
| 62              | 9-12 décembre.                | 107  | +33  | α Gémeaux.                   |
| 63              | 10-12 décembre.               | 130  | +46  | ι Gr. Ourse.                 |

N° 12. — Flux considérable d'étoiles filantes qui a provoqué plusieurs fois de nombreuses chutes de météores. Les annales chinoises fournissent déjà, plusieurs siècles avant notre ère, des renseignements sur ce phénomène intéressant. Cet essaim se rattache à la comète I de 1861.

N° 17. — Seulement observable dans l'hémisphère austral; cet essaim fut particulièrement riche en 1840 et en 1865.

Août 9 à 14. — Durant cette période apparaît le riche essaim de corpuscules qui porte le nom de *courant de Saint-Laurent*. Le nombre des points de divergence visibles est très élevé et atteint, selon J.-J. Schmidt, le chiffre de 40.

N° 25. — Centre d'une région elliptique très allongée; ce flux de météores est en connexion avec la comète III de 1862.

N° 54. — C'est l'essaim si connu des Léonides, qui circule dans l'orbite de la comète I de 1866. Le nombre des météores aperçus devient un maximum après des périodes successives distantes les unes des autres d'environ 33 ans.

N° 58. — Centre d'une région d'émanation très étendue et très irrégulière.

Cet essaim, qui est en connexion avec la comète Biela, a donné lieu, en 1872 et en 1885, à un grand flux d'étoiles.

Décembre 6 à 13. — Les essaims de cette époque ne sont pas actuellement très riches; mais, dans le passé, il y a eu, à cette époque, plusieurs fois, des chutes considérables d'étoiles filantes.

## SYSTÈME SOLAIRE

---

|   |     |
|---|-----|
| Soleil.....   | 96  |
| Lune.....   | 127 |
| Terre.....  | 141 |
| Planètes principales. ....                                | 178 |
| Planètes télescopiques.....                               | 183 |
| Satellites.....   | 213 |
| Comètes périodiques dont le retour a été<br>observé. .... | 220 |
| Comètes apparues en 1908.....                             | 225 |

## SOLEIL

**Écliptique.** — Le centre du Soleil, dans son mouvement apparent, décrit une trajectoire nommée *écliptique*. C'est au plan renfermant cette trajectoire, ainsi qu'au plan de l'équateur céleste, que les astronomes rapportent tous les éléments du système solaire. L'équateur céleste est l'intersection de la sphère céleste avec le plan de l'équateur terrestre.

**Obliquité de l'écliptique.** — On donne ce nom à l'angle formé par le plan de l'écliptique avec le plan de l'équateur céleste; sa valeur est  $23^{\circ}27'$  environ.

L'obliquité de l'écliptique n'est pas fixe; elle est soumise à un certain nombre de variations dont les principales sont les suivantes :

1° Une variation à très longue période, dite *variation séculaire*, dépendant de la précession (*voir* p. 99) :

2° Une variation périodique due à la nutation (*voir* p. 100).

Par suite de la variation séculaire, l'obliquité de l'écliptique diminue actuellement d'environ  $47'',59$  par siècle. En appliquant à l'obliquité la variation séculaire, on a l'*obliquité moyenne* dont la valeur au 1<sup>er</sup> janvier 1910 est  $23^{\circ}27'3'',27$ .

La variation périodique, due à la nutation, a une durée de 18 ans  $\frac{2}{3}$ ; elle a pour effet de faire osciller l'obliquité de l'écliptique de  $9'',2$  environ autour de la position moyenne, ce qui donne l'*obliquité apparente*. Par suite de cette variation périodique, l'obliquité apparente augmente pendant une durée de neuf années environ, pour diminuer ensuite pendant le même temps. L'obliquité apparente est donc tantôt plus grande, tantôt plus petite que l'obliquité moyenne.

*Obliquité apparente de l'écliptique en 1910*

|                              |  |
|------------------------------|--|
| 1 <sup>er</sup> janvier..... | 23.27 <sup>0</sup> . 6 <sup>1</sup> . 59 |
| 1 <sup>er</sup> juillet..... | 23.27. 7,69                              |
| 31 décembre .....            | 23.27. 8,61                              |

On a démontré que les déplacements du plan de l'écliptique étaient compris entre des limites assez étroites et que, par suite, le plan de l'équateur n'a pu coïncider avec celui de l'écliptique. On peut admettre que l'obliquité de l'écliptique varie entre 21°59' et 24°36' environ.

**Excentricité.** — C'est la distance du centre de l'orbite elliptique au foyer, en unités du demi-grand axe. L'excentricité de l'orbite apparente du Soleil diminue très lentement, elle est égale actuellement à 0,016 7510.

**Nœuds.** — Le nœud ascendant est le point où, dans son mouvement, un corps céleste traverse l'écliptique en passant dans l'hémisphère renfermant le pôle boréal de l'écliptique; le point opposé est le nœud descendant.

**Inclinaison.** — C'est l'angle formé par le plan de l'orbite d'un corps céleste quelconque avec l'écliptique. D'après les anciens astronomes, cet angle était plus petit que 90°; actuellement, on le compte de 0° à 180°. On prend pour côtés de cet angle les arcs de l'écliptique et de l'orbite, à partir du nœud ascendant, et dans le sens des mouvements respectifs du Soleil et de l'astre.

**Équinoxes.** — Dans son mouvement apparent annuel, le Soleil traverse deux fois le plan de l'équateur. On nomme point *équinoxial de printemps* le point de l'équateur par lequel passe le Soleil pour aller de l'hémisphère sud dans l'hémisphère nord. Le point *équinoxial d'automne* est diamétralement opposé; le Soleil passe alors de

l'hémisphère nord dans l'hémisphère sud. La ligne qui joint les deux points équinoxiaux ou *ligne des équinoxes* est l'intersection des plans de l'équateur et de l'écliptique.

Le point équinoxial de printemps ou *point vernal* est l'origine des coordonnées servant à fixer la position des astres sur la sphère céleste; aussi sa détermination exacte a-t-elle une importance particulière.

L'instant du passage du Soleil par le point vernal porte le nom d'*équinoxe de printemps*; c'est, pour l'hémisphère boréal, le commencement du Printemps.

**Solstices.** — On donne ce nom aux points milieux des arcs de l'orbite apparente du Soleil situés entre les équinoxes. Au moment des solstices, le Soleil est à sa plus grande déclinaison boréale ou australe et paraît stationnaire dans le ciel.

**Saisons.** — Parties de l'année déterminées par les passages du Soleil aux équinoxes et aux solstices. Pendant le printemps, le Soleil va de l'équinoxe de printemps au solstice d'été; pendant l'été, du solstice d'été à l'équinoxe d'automne; pendant l'automne, de l'équinoxe d'automne au solstice d'hiver, et enfin, pendant l'hiver, du solstice d'hiver à l'équinoxe de printemps. L'orbite apparente du Soleil n'étant pas circulaire et la Terre n'étant pas placée au centre, les saisons n'ont pas mêmes durées.

Actuellement, le printemps dure, en moyenne,  $93^{\text{d}}20^{\text{h}}$ , l'été  $93^{\text{d}}15^{\text{h}}$ , l'automne  $89^{\text{d}}19^{\text{h}}$  et l'hiver  $89^{\text{d}}0^{\text{h}}$ .

On remarque qu'en faisant la somme des durées du printemps et de l'été, on trouve  $186^{\text{d}}11^{\text{h}}$ , tandis que l'automne et l'hiver ne donnent que  $178^{\text{d}}19^{\text{h}}$ ; le Soleil reste environ 8 jours de plus dans l'hémisphère boréal que dans l'hémisphère austral.

Par suite du mouvement l'un vers l'autre du point vernal et du périhélie, la durée des saisons

subit une variation lente. Lorsque ces deux points seront confondus, le printemps et l'hiver auront même durée; il en sera de même de l'été et de l'automne. Vers l'an 1250 de notre ère, la durée de l'automne était égale à celle de l'hiver et celle du printemps à celle de l'été.

*Commencement des saisons en 1910, temps moyen civil de Paris (compté de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>)*

|                            |               |          | h | m | s |
|----------------------------|---------------|----------|---|---|---|
| Printemps (équinoxe).      | le 21 mars à  | 12.12.22 |   |   |   |
| Été (solstice) . . . . .   | le 22 juin à  | 7.57.55  |   |   |   |
| Automne (équinoxe)..       | le 23 sept. à | 22.39.45 |   |   |   |
| Hiver (solstice) . . . . . | le 22 déc. à  | 17.21. 6 |   |   |   |

Dans l'hémisphère sud, l'ordre des saisons est renversé, le printemps commençant, en 1910, le 23 septembre, l'été le 22 décembre, etc.

**Précession des équinoxes.** — L'attraction combinée du Soleil et de la Lune sur le renflement équatorial du globe terrestre fait décrire à l'axe de la Terre un cône dans l'espace. Par suite de ce mouvement, la ligne des équinoxes se déplace, dans le sens rétrograde, d'environ 50",2 par an; les deux tiers de l'effet sont dus à l'action de la Lune. Il en résulte que, quand le Soleil revient à l'équateur, sa position se trouve à 50",2 en arrière du précédent équinoxe; cette circonstance explique la différence des années tropique et sidérale.

Par suite du mouvement du pôle de l'équateur autour du pôle de l'écliptique, les déclinaisons des étoiles varient. L'étoile Polaire actuelle était à 12° du pôle lors des plus anciennes observations; elle en est actuellement à 1° 11', et cette distance diminuera jusque vers l'an 2100, où elle ne sera plus que 27'  $\frac{1}{2}$ ; à partir de ce moment la distance ira en augmentant jusqu'à 46° dans l'espace de 13 000 ans, et diminuera ensuite.

La précession des équinoxes a aussi pour effet de rendre visibles certaines étoiles qui étaient au-dessous de l'horizon, et invisibles d'autres qui étaient précédemment au-dessus.

**Nutation.** — Mouvement de l'axe terrestre autour de sa position moyenne dont la période est de 18 ans  $\frac{2}{3}$  environ. Par suite de la nutation, l'axe terrestre décrit un petit cône ayant pour base une ellipse dont le grand axe mesure 18",4 et le petit axe 13",7.

La nutation est produite par l'attraction de la Lune sur le renflement équatorial et sa période est la même que celle qui ramène les nœuds de l'orbite lunaire aux mêmes points de l'écliptique.

**Rotation.** — L'examen des taches du Soleil a fait voir que la durée de sa rotation, corrigée de l'effet du déplacement de l'observateur placé à la surface de la Terre, est d'environ 25 jours. La direction de l'axe de rotation se définit par la position de l'équateur solaire, lequel est incliné de 7°,0 sur le plan de l'écliptique; la longitude du nœud ascendant étant égale à 75°.0 pour 1900, d'après Spærer.

La durée de la rotation du Soleil n'est pas la même à toutes les latitudes héliocentriques : elle augmente de l'équateur aux pôles.

**Aphélie, périhélie.** — Points où un astre, dans son mouvement, se trouve à sa plus grande ou à sa plus petite distance du Soleil. La ligne qui joint ces deux points est appelée *ligne des apsides*.

**Apogée, périgée.** — Points où, dans son mouvement apparent, le Soleil se trouve à sa plus grande ou à sa plus petite distance de la Terre; ils répondent à l'aphélie et au périhélie de l'orbite terrestre. L'apogée a lieu vers le 1<sup>er</sup> juillet et le périgée vers le 1<sup>er</sup> janvier. La ligne qui joint l'apogée au pé-



rigée se nomme *ligne des apsides* ; c'est en même temps le grand axe de l'orbite. Sa position est déterminée par la longitude du périégée, qui était de  $280^{\circ}21'42''$  au 1<sup>er</sup> janvier 1850. Le périégée se déplace, dans le sens direct, de  $11'',7$  par an.

**Zodiaque.** — Zone de la sphère céleste qui s'étend à  $8^{\circ},5$  de chaque côté de l'écliptique et dans laquelle se meuvent les planètes. On divise cette zone, à partir du point vernal, en douze parties, égales chacune à  $30^{\circ}$  et nommées *signes du zodiaque*.

Autrefois, les *signes* et les constellations de même nom coïncidaient ; mais, par suite de la précession des équinoxes, l'équinoxe de printemps se trouve actuellement dans la constellation des Poissons. Il faudra 26000 ans pour rétablir la coïncidence des constellations et des signes.

*Entrée du Soleil dans les signes du zodiaque en 1910, temps moyen civil de Paris (compté de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>).*

|                    |                    |   | <sup>h</sup> | <sup>m</sup> |
|--------------------|--------------------|---|--------------|--------------|
| 20 janvier.....    | dans le Verseau    | à | 22.          | 8            |
| 19 février.....    | dans les Poissons  | à | 12.          | 38           |
| 21 mars .....      | dans le Bélier     | à | 12.          | 12           |
| 20 avril.....      | dans le Taureau    | à | 23.          | 55           |
| 21 mai.....        | dans les Gémeaux   | à | 23.          | 39           |
| 22 juin.....       | dans le Cancer     | à | 7.           | 58           |
| 23 juillet.....    | dans le Lion       | à | 18.          | 52           |
| 24 août.....       | dans la Vierge     | à | 1.           | 36           |
| 23 septembre ..... | dans la Balance    | à | 22.          | 40           |
| 24 octobre.....    | dans le Scorpion   | à | 7.           | 29           |
| 23 novembre.....   | dans le Sagittaire | à | 4.           | 20           |
| 22 décembre.....   | dans le Capricorne | à | 17.          | 21           |

**Jour solaire vrai.** — Temps écoulé entre deux passages consécutifs du Soleil au méridien. Par suite du mouvement apparent elliptique du Soleil et de l'obliquité de l'écliptique, le jour solaire est variable ; il est le plus long vers le 23 décembre et le plus court vers le 16 septembre.

**Jour moyen.** — Le jour solaire n'étant pas uniforme, les astronomes, pour obtenir un régulateur pratique du temps, ont imaginé le *Soleil moyen*, ayant la même durée de révolution que le Soleil vrai et se mouvant avec une vitesse uniforme sur l'équateur. L'intervalle de temps entre deux passages consécutifs au méridien du Soleil moyen forme le *jour moyen*. Pour fixer la position du Soleil moyen sur l'équateur, à un moment donné, les astronomes supposent que le Soleil moyen passe aux points équinoxiaux aux instants où le Soleil vrai y arriverait dans l'écliptique, s'il partait du périhélie ou de l'apogée avec une vitesse uniforme.

**Jour sidéral.** — Intervalle de temps qui s'écoule entre deux passages consécutifs d'une même étoile au méridien; il commence au moment où le point vernal passe au méridien. Le *temps sidéral à midi moyen* est l'heure que doit marquer, à midi moyen, une pendule réglée sur le temps sidéral. Le jour sidéral, d'une durée uniforme, est plus court de  $3^m 55^s, 91$  de temps moyen que le jour moyen.

Durée du jour solaire moyen en temps sidéral  $24^h 3^m 56^s, 55$ ; durée du jour sidéral en temps moyen  $23^h 56^m 4^s, 09$ .

**Équation du temps.** — C'est la différence entre l'heure moyenne et l'heure vraie.

**Temps moyen à midi vrai.** — Heure qu'une pendule réglée sur le temps moyen doit marquer lorsque le centre du Soleil vrai est au méridien de Paris.

**Année sidérale.** — Temps qu'emploie le Soleil moyen partant d'une étoile pour y revenir. Sa durée, en temps moyen, est de  $365^j 6^h 9^m 9^s, 5$ .

**Année tropique.** — Temps qui s'écoule entre deux passages consécutifs du Soleil moyen à l'équi-

noxe du printemps. Par suite de la précession des équinoxes, l'année tropique est plus courte que l'année sidérale; elle vaut, en temps moyen,  $365^{\text{d}}5^{\text{h}}48^{\text{m}}45^{\text{s}},98$  <sup>(1)</sup>, et diminue de  $0^{\text{s}},53$  par siècle.

**Année anomalistique.** — Temps mis par le Soleil moyen partant du périhélie pour y revenir. Le périhélie ayant un mouvement direct, lorsque le Soleil a accompli sa révolution sidérale, il lui reste encore à parcourir les  $11'',7$  du mouvement annuel du périhélie; l'année anomalistique est donc plus grande que l'année sidérale. Sa durée, en temps moyen, est de  $365^{\text{d}}6^{\text{h}}13^{\text{m}}53^{\text{s}},0$  <sup>(1)</sup>.

### Valeurs diverses :

|  |   |                                |                        |
|--|---|--------------------------------|------------------------|
| <i>Distance moyenne à la Terre</i>   | { | En rayons terrestres           |                        |
|  |   | équatoriaux.....               | 23439,2                |
|  | { | En milliers de kilomètres..... | 149501                 |
|  |   |                                |                        |
| <i>Demi-diamètre</i>   | { | En rayons terrestres           |                        |
|  |   | équatoriaux.....               | 109,30 <sup>(2)</sup>  |
|  |   | En myriamètres...              | 69713 <sup>(2)</sup>   |
| <i>Grandeur apparente</i> exprimée en angle (valeur moyenne).....  |   |                                | 32'3'',64              |
| <i>Parallaxe équatoriale</i> , angle sous lequel on verrait du centre du Soleil le demi-diamètre équatorial de la Terre à la distance moyenne..... |   |                                | 8'',80 <sup>(3)</sup>  |
| <i>Volume</i>  | { | Celui de la Terre étant 1..    | 1310157 <sup>(2)</sup> |
|  |   | En trillions de kilom. cubes.  | 1419175 <sup>(2)</sup> |
| <i>Masse</i> : Celle de la Terre étant 1.....  |   |                                | 333432                 |
| <i>Densité</i>   | { | Celle de la Terre étant 1....  | 0,25                   |
|  |   | Celle de l'eau étant 1.....    | 1,4                    |

<sup>(1)</sup> En 1900, d'après les *Tables du Soleil* de M. Newcomb.

<sup>(2)</sup> Correspond à la parallaxe  $8'',80$ .

<sup>(3)</sup> Valeur adoptée par la *Conférence internationale des étoiles fondamentales* réunie à Paris en 1896.

**Tableau des demi-diamètres et des distances  
du Soleil à la Terre, à midi moyen en 1910**

| 1910          | DEMI-<br>DIAMÈTRE | DISTANCE A LA TERRE                    |                                 |
|---------------|-------------------|--|---------------------------------|
|               |                   | en rayons<br>terrestres<br>équatoriaux | en<br>milliers<br>de kilomètres |
| Janvier... 1  | 16.18",19         | 23046,9                                | 146999                          |
| 16            | 16.17,68          | 23059,0                                | 147076                          |
| 31            | 16.16,12          | 23093,8                                | 147311                          |
| Février... 15 | 16.13,54          | 23157,0                                | 147701                          |
| Mars..... 2   | 16.10,23          | 23236,0                                | 148205                          |
| 17            | 16. 6,36          | 23329,3                                | 148800                          |
| Avril..... 1  | 16. 2,24          | 23428,8                                | 149435                          |
| 16            | 15.58,15          | 23529,2                                | 150075                          |
| Mai..... 1    | 15.54,34          | 23622,9                                | 150673                          |
| 16            | 15.51,05          | 23704,6                                | 151194                          |
| 31            | 15.48,48          | 23768,7                                | 151603                          |
| Juin..... 15  | 15.46,78          | 23811,5                                | 151876                          |
| 30            | 15.46,03          | 23830,5                                | 151997                          |
| Juillet... 15 | 15.46,27          | 23824,1                                | 151956                          |
| 30            | 15.47,50          | 23793,5                                | 151761                          |
| Août..... 14  | 15.49,67          | 23739,2                                | 151415                          |
| 29            | 15.52,58          | 23666,4                                | 150950                          |
| Septembre 13  | 15.56,19          | 23577,4                                | 150383                          |
| 28            | 16. 0,14          | 23480,2                                | 149763                          |
| Octobre... 13 | 16. 4,32          | 23378,6                                | 149115                          |
| 28            | 16. 8,31          | 23282,1                                | 148499                          |
| Novembre. 12  | 16.11,98          | 23194,2                                | 147939                          |
| 27            | 16.14,91          | 23124,3                                | 147493                          |
| Décembre. 12  | 16.17,05          | 23073,9                                | 147171                          |
| 27            | 16.18,05          | 23030,2                                | 147020                          |
| 31            | 16.18,13          | 23048,3                                | 147008                          |

## TRANSLATION DU SYSTÈME SOLAIRE dans l'espace.

L'étude des mouvements propres des étoiles a fait reconnaître que le Soleil possède un mouvement de translation dans l'espace. Ce changement de position se manifeste par un agrandissement apparent des constellations de la région céleste vers laquelle le Soleil se dirige; tandis que les distances angulaires des étoiles de la partie du Ciel diamétralement opposée paraissent diminuer.

L'*Apex* est le point de la sphère céleste vers lequel s'avance le Soleil, avec tout son cortège de planètes, d'astéroïdes, de comètes et de météores.

La détermination de l'apex présente de nombreuses difficultés, et il règne encore aujourd'hui une grande incertitude sur la vraie direction du mouvement de translation du système solaire. Cette incertitude provient, en grande partie, de ce que l'on ne peut que difficilement discerner l'effet du mouvement solaire de celui provenant des étoiles.

Depuis les recherches de W. Herschel, à la fin du 18<sup>e</sup> siècle, la détermination des coordonnées de l'apex a donné lieu à un grand nombre de travaux. En 1888, M. L. Struve avait trouvé pour coordonnées de l'apex

$$\mathcal{R} = 266^{\circ}, 7, \quad D = +31^{\circ}, 0.$$

M. L. Boss entreprit, en 1889, une nouvelle étude de la question et trouva

$$\mathcal{R} = 280^{\circ}, \quad D = +40^{\circ}.$$

Douze ans plus tard, il adopta  $D = +45^{\circ}$ . Quelques astronomes ont trouvé une déclinaison  $D$  comprise entre  $0^{\circ}$  et  $10^{\circ}$ .

A la suite d'un travail publié en 1899, M. Newcomb est amené à adopter

$$\mathcal{R} = 277^{\circ}, 5, \quad D = +35^{\circ}.$$

La comparaison de ces évaluations montre la difficulté d'arriver à une approximation précise de la position de l'apex.

## CRÉPUSCULE

Les crépuscules du matin et du soir sont dus à l'éclairement des régions supérieures de l'atmosphère par les rayons du Soleil.

**Crépuscule civil.** — Il finit au moment où le Soleil est abaissé de 6° au-dessous de l'horizon. A ce moment, les planètes et les étoiles de 1<sup>re</sup> grandeur commencent à paraître. Le Tableau suivant se rapporte au milieu de chaque mois.

*Durée du crépuscule civil*

| LATITUDE | JANVIER | FÉVRIER | MARS | AVRIL | MAI | JUIN | JUILLET | AOUT | SEPTEMBRE | OCTOBRE | NOVEMBRE | DÉCEMBRE |
|----------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| °        | m       | m       | m    | m     | m   | m    | m       | m    | m         | m       | m        | m        |
| 42       | 33      | 31      | 30   | 31    | 34  | 36   | 35      | 32   | 30        | 30      | 32       | 33       |
| 43       | 33      | 31      | 30   | 31    | 35  | 37   | 36      | 32   | 30        | 30      | 33       | 34       |
| 44       | 34      | 32      | 31   | 32    | 35  | 38   | 37      | 33   | 31        | 31      | 33       | 35       |
| 45       | 35      | 32      | 31   | 33    | 36  | 39   | 38      | 34   | 32        | 32      | 34       | 35       |
| 46       | 35      | 33      | 32   | 33    | 37  | 40   | 38      | 35   | 32        | 32      | 34       | 36       |
| 47       | 36      | 34      | 32   | 34    | 38  | 41   | 39      | 36   | 33        | 34      | 35       | 37       |
| 48       | 37      | 34      | 33   | 35    | 39  | 43   | 41      | 36   | 33        | 34      | 36       | 38       |
| 49       | 38      | 35      | 34   | 36    | 40  | 44   | 42      | 37   | 34        | 34      | 37       | 39       |
| 50       | 39      | 36      | 34   | 36    | 41  | 45   | 43      | 38   | 35        | 35      | 38       | 40       |
| 51       | 40      | 37      | 35   | 37    | 43  | 47   | 44      | 39   | 36        | 36      | 39       | 42       |

**Crépuscule astronomique.** — Il finit au moment où le Soleil est abaissé de 18° au-dessous de l'horizon.

Le Tableau suivant est calculé pour l'hémisphère boréal. Pour l'hémisphère austral il suffit d'ajouter six mois aux dates indiquées.

## DURÉE DU CRÉPUSCULE ASTRONOMIQUE

### le 1<sup>er</sup> de chaque mois

| LATITUDE  | 0°   | 10°  | 20°  | 30°  | 40°  | 50°              | 60°              |
|-----------|------|------|------|------|------|------------------|------------------|
|           | h m  | h m  | h m  | h m  | h m  | h m              | h m              |
| Janvier.  | 1.16 | 1.16 | 1.20 | 1.27 | 1.39 | 2. 1             | 2.48             |
| Février.  | 1.13 | 1.14 | 1.17 | 1.23 | 1.34 | 1.54             | 2.30             |
| Mars...   | 1.10 | 1.11 | 1.14 | 1.21 | 1.31 | 1.49             | 2.21             |
| Avril...  | 1.10 | 1.11 | 1.15 | 1.22 | 1.34 | 1.55             | 2.41             |
| Mai....   | 1.12 | 1.14 | 1.19 | 1.28 | 1.45 | 2.21             | ( <sup>1</sup> ) |
| Juin....  | 1.15 | 1.18 | 1.24 | 1.36 | 2. 0 | 3.45             | ( <sup>1</sup> ) |
| Juillet.. | 1.16 | 1.19 | 1.25 | 1.38 | 2. 4 | ( <sup>1</sup> ) | ( <sup>1</sup> ) |
| Août...   | 1.14 | 1.16 | 1.21 | 1.32 | 1.51 | 2.41             | ( <sup>1</sup> ) |
| Sept....  | 1.11 | 1.12 | 1.17 | 1.24 | 1.37 | 2. 3             | 3. 8             |
| Octobre   | 1.10 | 1.11 | 1.14 | 1.21 | 1.32 | 1.50             | 2.25             |
| Novemb.   | 1.12 | 1.12 | 1.16 | 1.22 | 1.33 | 1.52             | 2.26             |
| Décemb.   | 1.15 | 1.15 | 1.19 | 1.26 | 1.37 | 1.59             | 2.50             |

(<sup>1</sup>) Le Soleil n'est pas abaissé de 18° au-dessous de l'horizon. •

## DURÉE DU JOUR

### à différentes latitudes

| LATITUDE | DURÉE<br>du jour | LATITUDE | DURÉE<br>du jour | LATITUDE | DURÉE<br>du jour |
|----------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|
|          | h                |          | h                |          |                  |
| 0. 0     | 12               | 61.19    | 19               | 67.23    | 1 mois           |
| 16.44    | 13               | 63.23    | 20               | 69.51    | 2 »              |
| 30.48    | 14               | 64.50    | 21               | 73.40    | 3 »              |
| 41.24    | 15               | 65.48    | 22               | 78.11    | 4 »              |
| 49. 2    | 16               | 66.21    | 23               | 84. 5    | 5 »              |
| 54.31    | 17               | 66.32    | 24               | 90. 0    | 6 »              |
| 58.27    | 18               |          |                  |          |                  |

A l'équateur, les 8766 heures d'une année se répartissent en 4412 heures de jour, 863 heures de crépuscule et 3491 heures de nuit. Au pôle ces nombres deviennent respectivement 4450, 2403 et 1913 heures.

## TABLE DE CORRECTIONS <sup>(1)</sup>

**Pour déduire des levers et couchers du Soleil à Paris les levers et couchers dans un lieu compris entre 0° et 60° de latitude boréale.**

---

La Table des pages 110 à 112 contient les corrections qu'il faut appliquer aux heures du lever du Soleil à Paris, pour avoir les heures du lever du Soleil dans les lieux compris entre 0° et 60° de latitude boréale. Le signe +, placé devant une correction, indique qu'elle doit être ajoutée au lever du Soleil à Paris; le signe — indique que la correction doit être retranchée de l'heure du lever du Soleil à Paris.

La correction pour l'heure du *coucher* est égale à celle du lever, mais de signe contraire, c'est-à-dire que, si la première doit être *retranchée*, la seconde doit être *ajoutée*, et réciproquement.

La Table permet aussi d'obtenir une valeur *approchée* de l'heure du lever et du coucher du Soleil dans un lieu situé entre l'équateur et 60° de latitude australe. Il suffit pour cela d'ajouter six mois à la date considérée et d'entrer dans la Table avec la valeur ainsi obtenue.

La Table est calculée de dix en dix jours : pour

---

(1) D'après la loi du 15 mars 1891, l'heure légale en France et en Algérie est l'heure de l'Observatoire de Paris. Les résultats donnés par la Table de correction étant exprimés en *temps local*, il faudra, si l'on veut avoir l'heure légale correspondante, une correction qui n'est autre chose que la valeur de la longitude du lieu, rapportée au méridien de Paris et exprimée en temps. Elle est *soustractive* pour les lieux situés à l'est du méridien de Paris, et *additive* pour ceux situés à l'ouest.



les époques intermédiaires, on calculera la partie proportionnelle.

Voici un exemple pour en montrer l'usage.

EXEMPLE. On demande les heures du lever et du coucher du Soleil le 16 janvier 1910 à Alger.

La latitude d'Alger est  $36^{\circ}47'$ , ou  $36^{\circ},8$ . C'est donc entre les colonnes de  $36^{\circ}$  et de  $38^{\circ}$ , page 111, qu'il faut chercher la correction.

On trouve le 11 janvier  $-40^m$  pour  $36^{\circ}$  et  $-35^m$  pour  $38^{\circ}$ , la différence pour 2 degrés est de  $+5^m$ , ce qui donne  $2^m,5$  pour 1 degré; on aura donc pour  $36^{\circ},8$  :

$$-40^m + (2^m,5 \times 0,8) = -38^m.$$

Le 21 janvier on a  $-36^m$  pour  $36^{\circ}$  et  $-31^m$  pour  $38^{\circ}$ , la différence est de  $+5^m$ ; on aura pour  $36^{\circ},8$  :

$$-36 + (2^m,5 \times 0,8) = -34^m;$$

la différence pour 10 jours, du 11 au 21 janvier, étant  $+4^m$ , elle sera de  $+0^m,4$  pour 1 jour et de  $+0,4 \times 5 = +2^m,0$  pour les 5 jours du 11 au 16. La correction correspondante au 16 janvier sera donc  $-38^m + 2^m = -36^m$ , et l'on aura, le 16 janvier :

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| Lever du Soleil à Paris.....    | $7^h 50^m$  |
| Correction avec son signe.....  | $-36$       |
| Lever du Soleil à Alger.....    | $7^h 14^m$  |
| Coucher du Soleil à Paris.....  | $16^h 29^m$ |
| Correction en signe contraire.. | $+36$       |
| Coucher du Soleil à Alger.....  | $17^h 5^m$  |

Les heures ainsi obtenues sont exprimées en *temps moyen civil local*; pour avoir l'heure légale correspondante, il faut, suivant la règle donnée au bas de la page 108, retrancher  $3^m$ .

# **CORRECTIONS** des levers et couchers du Soleil

| LATIT.    | 0°     | 2°     | 4°     | 6°     | 8°     | 10°    | 12°    | 14°    | 16°    | 18°    |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m |
| Janv. 1   | 115    | 111    | 108    | 105    | 101    | 98     | 94     | 90     | 87     | 83     |
| 11        | 107    | 104    | 101    | 98     | 95     | 91     | 88     | 84     | 81     | 78     |
| 21        | 97     | 94     | 91     | 88     | 85     | 82     | 79     | 76     | 73     | 70     |
| 31        | 83     | 80     | 77     | 75     | 72     | 70     | 67     | 65     | 62     | 59     |
| Fév. 10   | 67     | 64     | 62     | 60     | 58     | 56     | 54     | 52     | 50     | 48     |
| 20        | 50     | 48     | 47     | 45     | 44     | 42     | 41     | 39     | 37     | 36     |
| Mars 2    | 33     | 32     | 31     | 30     | 29     | 28     | 27     | 26     | 25     | 24     |
| 12        | 16     | 15     | 15     | 14     | 14     | 13     | 13     | 12     | 12     | 11     |
|           | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      |
| 22        | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      | 2      |
| Avr. 1    | 20     | 20     | 19     | 18     | 18     | 17     | 17     | 16     | 15     | 15     |
| 11        | 38     | 37     | 36     | 35     | 34     | 32     | 31     | 30     | 29     | 28     |
| 21        | 55     | 53     | 52     | 50     | 49     | 47     | 45     | 43     | 42     | 40     |
| Mai 1     | 72     | 69     | 67     | 65     | 63     | 61     | 59     | 56     | 54     | 52     |
| 11        | 87     | 84     | 82     | 79     | 76     | 74     | 71     | 68     | 66     | 63     |
| 21        | 100    | 97     | 94     | 91     | 88     | 85     | 82     | 79     | 76     | 73     |
| 31        | 110    | 107    | 103    | 100    | 97     | 94     | 91     | 87     | 84     | 80     |
| Juin 10   | 117    | 114    | 110    | 107    | 103    | 100    | 97     | 93     | 89     | 86     |
| 20        | 120    | 117    | 113    | 110    | 106    | 103    | 99     | 96     | 92     | 88     |
| 30        | 119    | 116    | 112    | 109    | 105    | 102    | 98     | 95     | 91     | 87     |
| Juill. 10 | 115    | 111    | 107    | 104    | 101    | 97     | 94     | 90     | 87     | 83     |
| 20        | 105    | 102    | 99     | 96     | 93     | 89     | 86     | 83     | 80     | 76     |
| 30        | 93     | 90     | 88     | 85     | 82     | 79     | 76     | 73     | 71     | 67     |
| Août 9    | 79     | 76     | 74     | 72     | 69     | 67     | 65     | 62     | 60     | 57     |
| 19        | 63     | 61     | 59     | 57     | 55     | 54     | 52     | 50     | 48     | 46     |
| 29        | 46     | 45     | 43     | 42     | 41     | 39     | 38     | 36     | 35     | 33     |
| Sept. 8   | 29     | 28     | 27     | 27     | 26     | 25     | 24     | 23     | 22     | 21     |
| 18        | 12     | 11     | 11     | 11     | 10     | 10     | 10     | 9      | 9      | 9      |
|           | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      |
| 28        | 6      | 6      | 6      | 6      | 6      | 6      | 5      | 5      | 5      | 5      |
| Oct. 8    | 24     | 23     | 22     | 21     | 21     | 20     | 19     | 19     | 18     | 17     |
| 18        | 42     | 41     | 39     | 38     | 37     | 35     | 34     | 33     | 32     | 30     |
| 28        | 59     | 57     | 55     | 53     | 52     | 50     | 48     | 46     | 44     | 42     |
| Nov. 7    | 75     | 73     | 70     | 68     | 66     | 63     | 61     | 59     | 56     | 54     |
| 17        | 90     | 87     | 84     | 82     | 79     | 76     | 73     | 71     | 68     | 65     |
| 27        | 103    | 99     | 96     | 94     | 90     | 87     | 84     | 81     | 78     | 74     |
| Déc. 7    | 112    | 108    | 105    | 102    | 98     | 95     | 92     | 88     | 85     | 81     |
| 17        | 117    | 113    | 110    | 106    | 103    | 99     | 96     | 92     | 88     | 85     |
| 27        | 117    | 113    | 110    | 106    | 103    | 99     | 96     | 92     | 88     | 85     |

# **CORRECTIONS** des levers et couchers du Soleil

| LATIT.   | 20°    | 22°    | 24°    | 26°    | 28°    | 30°    | 32°    | 34°    | 36°    | 38°    | 40°    |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m |
| Janv. 1  | 79     | 75     | 71     | 67     | 63     | 58     | 54     | 49     | 43     | 38     | 32     |
| 11       | 74     | 70     | 66     | 62     | 58     | 54     | 50     | 45     | 40     | 35     | 30     |
| 21       | 66     | 63     | 60     | 56     | 52     | 48     | 45     | 40     | 36     | 31     | 26     |
| 31       | 56     | 54     | 51     | 48     | 44     | 41     | 38     | 34     | 31     | 27     | 22     |
| Fév. 10  | 45     | 43     | 41     | 38     | 36     | 33     | 30     | 27     | 25     | 21     | 18     |
| 20       | 34     | 32     | 30     | 28     | 27     | 25     | 23     | 20     | 18     | 16     | 13     |
| Mars 2   | 23     | 21     | 20     | 19     | 18     | 16     | 15     | 14     | 12     | 11     | 9      |
| 12       | 11     | 10     | 9      | 9      | 8      | 8      | 7      | 6      | 6      | 5      | 4      |
|          | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      | +      |
| 22       | 2      | 2      | 2      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |
| Avr. 1   | 14     | 13     | 13     | 12     | 11     | 10     | 9      | 9      | 8      | 7      | 6      |
| 11       | 26     | 25     | 24     | 22     | 21     | 19     | 18     | 16     | 14     | 13     | 11     |
| 21       | 38     | 36     | 34     | 32     | 30     | 28     | 25     | 23     | 21     | 18     | 15     |
| Mai 1    | 49     | 47     | 44     | 42     | 39     | 36     | 33     | 30     | 27     | 23     | 20     |
| 11       | 60     | 57     | 54     | 51     | 47     | 44     | 40     | 37     | 33     | 29     | 24     |
| 21       | 70     | 66     | 62     | 59     | 55     | 51     | 47     | 43     | 38     | 33     | 28     |
| 31       | 77     | 73     | 69     | 65     | 61     | 56     | 52     | 47     | 42     | 37     | 31     |
| Juin 10  | 82     | 78     | 74     | 69     | 65     | 60     | 56     | 51     | 45     | 40     | 34     |
| 20       | 84     | 80     | 76     | 71     | 67     | 62     | 57     | 52     | 47     | 41     | 35     |
| 30       | 83     | 79     | 75     | 71     | 66     | 62     | 56     | 52     | 46     | 40     | 34     |
| Juil. 10 | 79     | 75     | 72     | 67     | 63     | 59     | 54     | 49     | 44     | 38     | 32     |
| 20       | 73     | 69     | 66     | 62     | 58     | 54     | 49     | 45     | 40     | 35     | 29     |
| 30       | 64     | 61     | 58     | 55     | 51     | 47     | 43     | 39     | 35     | 31     | 26     |
| Août 9   | 54     | 52     | 49     | 46     | 43     | 40     | 37     | 33     | 30     | 26     | 22     |
| 19       | 43     | 41     | 39     | 37     | 34     | 32     | 29     | 26     | 24     | 20     | 17     |
| 29       | 32     | 30     | 29     | 27     | 25     | 23     | 21     | 19     | 17     | 15     | 13     |
| Sept. 8  | 20     | 19     | 18     | 17     | 16     | 15     | 14     | 12     | 11     | 9      | 8      |
| 18       | 8      | 8      | 7      | 7      | 7      | 6      | 6      | 5      | 4      | 4      | 3      |
|          | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      |
| 28       | 4      | 4      | 4      | 4      | 3      | 3      | 3      | 3      | 2      | 2      | 2      |
| Oct. 8   | 16     | 15     | 14     | 14     | 13     | 12     | 11     | 10     | 9      | 8      | 6      |
| 18       | 29     | 27     | 26     | 24     | 23     | 21     | 19     | 17     | 15     | 13     | 11     |
| 28       | 40     | 38     | 36     | 34     | 32     | 29     | 27     | 24     | 22     | 19     | 16     |
| Nov. 7   | 51     | 49     | 46     | 43     | 40     | 37     | 34     | 31     | 28     | 24     | 20     |
| 17       | 62     | 59     | 55     | 52     | 49     | 45     | 41     | 38     | 34     | 29     | 25     |
| 27       | 71     | 67     | 63     | 60     | 56     | 52     | 47     | 43     | 39     | 34     | 28     |
| Déc. 7   | 77     | 73     | 69     | 65     | 61     | 57     | 52     | 47     | 42     | 37     | 31     |
| 17       | 81     | 77     | 73     | 68     | 64     | 59     | 55     | 50     | 44     | 39     | 33     |
| 27       | 81     | 77     | 73     | 68     | 64     | 59     | 55     | 50     | 44     | 39     | 33     |

# **CORRECTIONS** des levers et couchers du Soleil

| LATIT.    | 42°    | 44°    | 46°    | 48°    | 50°    | 52°    | 54°    | 56°    | 58°    | 60°    |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|           | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m |
| Janv. 1   | 26     | 19     | 12     | 4      | 5      | 15     | 25     | 35     | 47     | 60     |
| 11        | 24     | 18     | 11     | 3      | 5      | 13     | 23     | 33     | 44     | 56     |
| 21        | 21     | 16     | 10     | 3      | 4      | 12     | 20     | 29     | 39     | 50     |
| 31        | 18     | 13     | 8      | 2      | 3      | 10     | 17     | 25     | 33     | 42     |
| Fév. 10   | 14     | 10     | 6      | 2      | 3      | 8      | 14     | 20     | 27     | 34     |
| 20        | 11     | 8      | 5      | 2      | 2      | 6      | 10     | 15     | 20     | 25     |
| Mars. 2   | 7      | 5      | 3      | 1      | 1      | 4      | 7      | 10     | 13     | 17     |
| 12        | 3      | 2      | 1      | 0      | 0      | 2      | 3      | 4      | 6      | 8      |
|           | +      | +      | +      | +      | —      | —      | —      | —      | —      | —      |
| 22        | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 2      |
| Avr. 1    | 4      | 3      | 2      | 0      | 1      | 3      | 4      | 6      | 8      | 11     |
| 11        | 8      | 6      | 4      | 1      | 2      | 5      | 8      | 12     | 16     | 20     |
| 21        | 12     | 9      | 6      | 2      | 3      | 7      | 12     | 17     | 23     | 29     |
| Mai. 1    | 16     | 12     | 7      | 2      | 3      | 9      | 15     | 22     | 30     | 38     |
| 11        | 19     | 14     | 9      | 2      | 4      | 11     | 19     | 27     | 36     | 46     |
| 21        | 23     | 16     | 10     | 3      | 5      | 12     | 22     | 31     | 42     | 53     |
| 31        | 25     | 18     | 11     | 3      | 5      | 14     | 24     | 35     | 46     | 59     |
| Juin. 10  | 27     | 20     | 12     | 4      | 6      | 15     | 26     | 37     | 49     | 63     |
| 20        | 28     | 20     | 13     | 4      | 6      | 16     | 27     | 38     | 51     | 65     |
| 30        | 27     | 20     | 12     | 4      | 6      | 16     | 26     | 38     | 50     | 64     |
| Juill. 10 | 26     | 19     | 11     | 3      | 5      | 15     | 25     | 36     | 48     | 61     |
| 20        | 24     | 18     | 10     | 3      | 5      | 13     | 23     | 33     | 44     | 56     |
| 30        | 21     | 15     | 9      | 3      | 4      | 12     | 20     | 29     | 38     | 49     |
| Août. 9   | 17     | 13     | 8      | 2      | 3      | 10     | 17     | 24     | 32     | 41     |
| 19        | 14     | 10     | 6      | 2      | 3      | 8      | 13     | 19     | 26     | 33     |
| 29        | 10     | 7      | 4      | 1      | 2      | 6      | 10     | 14     | 19     | 24     |
| Sept. 8   | 6      | 5      | 3      | 1      | 1      | 4      | 6      | 9      | 12     | 15     |
| 18        | 3      | 2      | 1      | 0      | 0      | 2      | 2      | 4      | 5      | 6      |
|           | —      | —      | —      | —      | +      | +      | +      | +      | +      | +      |
| 28        | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 2      | 2      | 3      |
| Oct. 8    | 5      | 4      | 3      | 0      | 1      | 3      | 5      | 7      | 9      | 12     |
| 18        | 9      | 7      | 4      | 1      | 2      | 5      | 8      | 12     | 17     | 21     |
| 28        | 13     | 9      | 6      | 2      | 2      | 7      | 12     | 17     | 23     | 30     |
| Nov. 7    | 16     | 12     | 7      | 2      | 3      | 9      | 16     | 22     | 30     | 39     |
| 17        | 20     | 15     | 9      | 3      | 4      | 11     | 19     | 27     | 36     | 47     |
| 27        | 23     | 17     | 10     | 3      | 4      | 13     | 22     | 31     | 42     | 53     |
| Dec. 7    | 25     | 19     | 11     | 4      | 5      | 14     | 24     | 34     | 46     | 58     |
| 17        | 26     | 20     | 12     | 4      | 5      | 15     | 25     | 36     | 48     | 61     |
| 27        | 26     | 20     | 13     | 4      | 5      | 15     | 25     | 36     | 48     | 61     |

## CADRANS SOLAIRES.

La construction d'un cadran solaire comporte deux opérations : l'une, astronomique, qui consiste à tracer la *méridienne* <sup>(1)</sup> ou ligne de midi ; l'autre, purement géométrique, destinée à déduire de la méridienne les lignes des autres heures. On ne décrira ici que l'opération astronomique, et particulièrement dans le cas où l'on ne dispose d'aucun instrument de précision.

Pour construire une méridienne sur un mur vertical, orienté approximativement de l'Est à l'Ouest (recouvert sur la surface exposée au Midi d'un enduit convenable), on prépare un disque de tôle de 0<sup>m</sup>,15 de diamètre, percé d'un trou central de 0<sup>m</sup>,01 environ, dont l'ombre servira d'index ; on le fixe parallèlement au mur, à l'extrémité de tiges de fer destinées à le soutenir invariablement, puis on trace une verticale provisoire sur le mur, au milieu de la partie enduite.

On commence par déterminer approximativement la direction du méridien, c'est-à-dire du plan qui passe par cette verticale et par le pôle : on y arrive avec une montre réglée sur l'heure des gares (l'horloge extérieure donne le temps moyen de Paris), ajoutant la longitude du lieu exprimée en temps (prise sur une carte) pour les pays à l'est de Paris, la retranchant pour les pays de l'ouest, et cherchant dans le calendrier de l'*Annuaire* le temps moyen à midi vrai, on en conclut l'heure que doit marquer la montre à midi vrai, c'est-à-dire quand le Soleil passera au méridien du lieu. A ce moment, l'ombre du disque doit être sur la verticale tracée sur le mur.

---

(1) La *méridienne* est la ligne droite tracée, sur le plan du mur, par le méridien, c'est-à-dire par le plan passant par la verticale du lieu et l'axe terrestre.

Cela suffit pour ajuster les tiges, creuser les trous des scellements et donner la position du plan du disque (il doit être parallèle au mur). On peut alors caler le disque d'une manière provisoire au moment du midi vrai approximatif.

Pour achever le réglage, il est nécessaire de faire une opération auxiliaire fondée sur des observations soit du Soleil, soit de l'étoile polaire.

*1° Opérations par les hauteurs correspondantes du Soleil.*

L'ombre, sur un plan horizontal, d'un point fixe décrit, le jour d'un solstice, une branche d'hyperbole symétrique par rapport au méridien; la trace du méridien sur le plan est la droite qui va du pied de la verticale de ce point au sommet de la courbe, ou mieux au milieu des cordes communes à l'hyperbole et aux cercles ayant ce point pour centre.

On réalise cette définition de la manière suivante : quelques jours avant le solstice d'été, on plante un poteau d'environ deux mètres de hauteur au-dessus du sol; on fixe au-dessus, mais en surplomb du côté de l'est ou de l'ouest, un disque percé d'un trou et incliné sur l'horizon d'environ  $45^\circ$  perpendiculairement au méridien; au centre du trou, on suspend un fil à plomb et, sur un piquet bien solide, on marque le pied de la verticale de ce trou avec une petite pointe. A  $0^m,75$  au nord de ce piquet et sur le même niveau, on établit une sorte de banc bien horizontal formé par une planche unie et un peu large, orientée de l'est à l'ouest, reposant sur des tasseaux fixés à deux paires de pieux. Cette planche est placée à une distance telle qu'on peut y marquer avec la pointe

d'un crayon le centre de l'ombre du disque entre  $10^h30^m$  du matin et  $1^h30^m$  de l'après-midi. Après quelques essais, on fixe définitivement la planche. Tous les jours, au voisinage du solstice d'été (22 juin), on marque ces points, et on les réunit par un trait continu. D'autre part, avec un fil de fer bien tendu, fixé à la pointe fixe comme centre, et un tracelet pointu on décrit des cercles qui coupent la courbe en deux points; on prend le milieu des couples de points d'intersection. Si l'on dirige alors le fil de fer sur l'alignement de ces points, on a la trace de la méridienne. Il est midi vrai lorsque le centre de l'ombre du disque passe sur le fil.

## 2<sup>o</sup> Opération avec l'étoile polaire.

Cette méthode, plus délicate, a l'avantage d'être applicable à une époque quelconque de l'année.

L'étoile polaire ( $\alpha$  de la Petite Ourse) n'est pas exactement située au pôle : elle décrit autour de lui un petit cercle de  $1^{\circ}11'$  de rayon environ; mais elle passe deux fois en vingt-quatre heures dans le méridien. *L'Annuaire* donne, de dix jours en dix jours, les heures du passage visible de nuit avec une précision superflue pour le présent usage.

Si donc on dispose à 1 mètre de distance deux fils à plomb, l'un fixe, comme dans l'opération précédente, l'autre rectifiable de l'est à l'ouest, on définira avec exactitude le plan méridien en déplaçant le second fil jusqu'à ce qu'il soit dans l'alignement du premier et de l'étoile polaire à l'heure indiquée par *l'Annuaire*. Une erreur de plusieurs minutes dans l'heure du réglage ne produit pas d'effet appréciable (on amortit les oscillations des fils en faisant plonger le plomb dans un vase d'eau; on rendra le second fil bien visible de nuit en le blan-

chissant et l'éclairant de face avec une lumière). On obtient l'heure du midi vrai en observant le moment où l'ombre du premier fil à plomb tombe sur le second ou sur une horizontale joignant le pied des deux fils.

Le fil à plomb de la première opération peut être utilisé pour cette seconde méthode (c'est pour cela qu'il est utile de mettre le disque en surplomb à l'Est ou à l'Ouest afin de laisser libre l'alignement du méridien), et les deux opérations se contrôlent mutuellement. On a donc deux manières indépendantes de régler une montre sur le midi vrai, et par suite de régler le disque sur la méridienne.

Pratiquement, au lieu de régler le disque d'après la verticale provisoire, on fera l'inverse : on scellera le disque, réglé approximativement ; on effacera la verticale provisoire et l'on déterminera la verticale définitive par l'ombre du trou central à midi vrai.

Une méridienne construite avec soin et observée avec attention peut, lorsque la distance du disque au mur dépasse 0<sup>m</sup>,50, fournir le midi vrai à moins de dix secondes près <sup>(1)</sup>.

#### *Courbe du midi moyen.*

La ligne méridienne du cadran solaire correspond au *midi vrai* : or le *temps vrai* (ou temps solaire vrai) ne coïncide avec le *temps moyen* que quatre fois dans l'année, à savoir vers

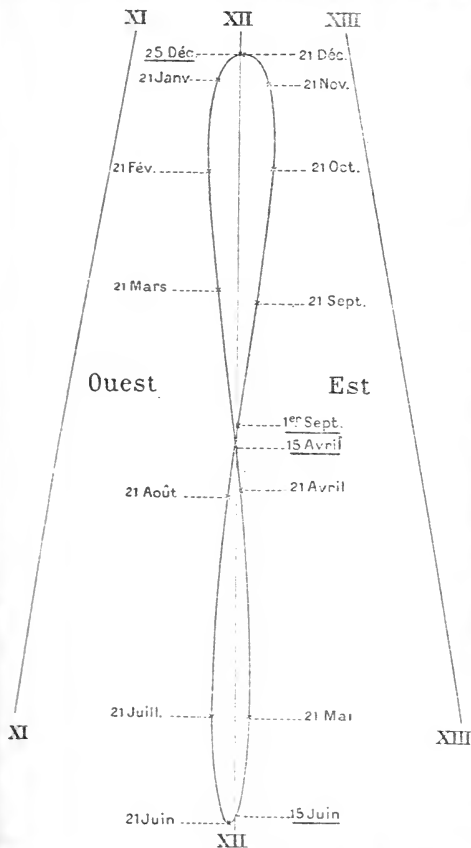
le 15 avril,  
le 15 juin,  
le 1<sup>er</sup> septembre  
et le 25 décembre.

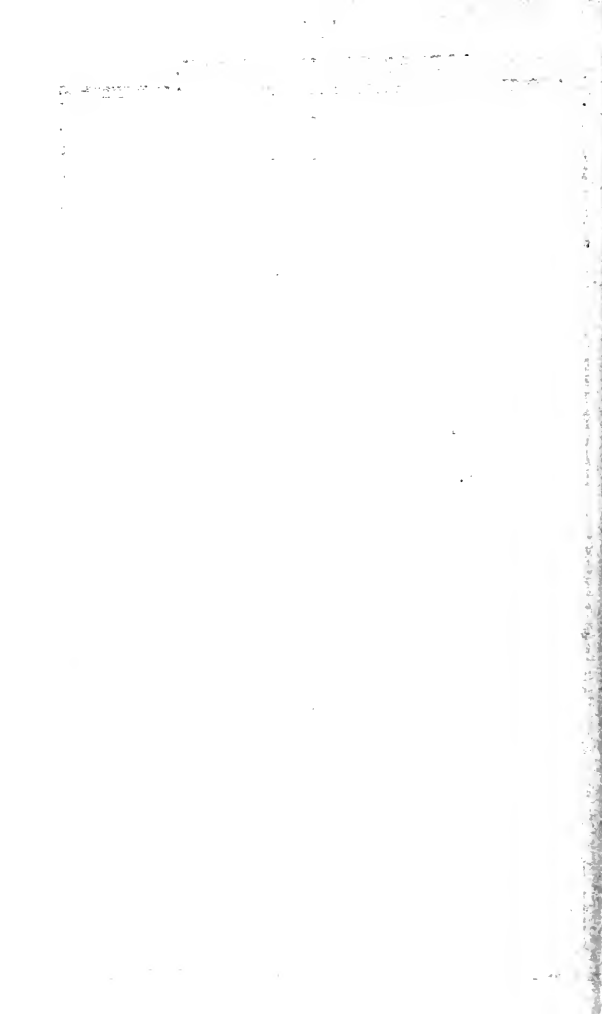
---

(<sup>1</sup>) Aux latitudes voisines de 45° la distance du disque au mur ne doit pas dépasser la moitié de la hauteur du tableau.



## COURBE DU MIDI MOYEN.





Dans les intervalles, la différence positive ou négative entre le temps vrai et le temps moyen passe par une valeur maxima aux époques suivantes :

|             |                            | m s   |
|-------------|----------------------------|-------|
| 10 février  | le TV retarde sur le TM de | 14.27 |
| 15 mai      | le TV avance sur le TM de  | 3.49  |
| 26 juillet  | le TV retarde sur le TM de | 6.17  |
| 3 novembre, | le TV avance sur le TM de  | 16.20 |

L'année solaire étant de 365 jours  $\frac{1}{4}$  (l'année tropique vaut 365<sup>d</sup>,2422) il en résulte que les époques des coïncidences du temps vrai et du temps moyen varient d'une année à l'autre d'une fraction de jour : mais tous les quatre ans elles se retrouvent approximativement à la même heure de la même date pendant un grand nombre de périodes.

Malgré cette complication on peut tracer, de part et d'autre de la ligne méridienne, une courbe fixe qui donne le midi moyen lorsque le centre de l'ombre du style la traverse. On peut donc observer directement, sur le cadran, le midi moyen de chaque jour de l'année ou, plus exactement, pour chaque déclinaison du Soleil.

Comme la précision du tracé ne peut pas dépasser quelques secondes, on peut construire cette courbe avec les données de l'*Annuaire*, en calculant le temps vrai à midi moyen d'après le temps moyen civil à midi vrai. A l'approximation requise, il suffit de retrancher 12<sup>h</sup> du *temps moyen civil à midi vrai*, si celui-ci surpasse cette valeur ; dans le cas contraire, il faut prendre le complément à 12<sup>h</sup>.

La méridienne du cadran, ou l'heure XII, étant tracée ainsi que les heures XI et XIII (ou mieux les heures XI  $\frac{3}{4}$  et XII  $\frac{1}{4}$ ) d'après les règles de la Gnomonique, on construit la trajectoire (section conique) du centre de l'ombre, pour une série de déclinaisons.

sons du Soleil correspondant, par exemple, aux mêmes dates de chaque mois. Les arcs de courbe, dans l'intervalle d'un quart d'heure, sont parcourus par l'ombre du style, avec une vitesse sensiblement constante; on peut diviser ces arcs en quinze parties égales, qui donneront les positions de l'ombre à chaque minute.

Pour chaque déclinaison du Soleil, on porte sur l'arc correspondant la valeur en minutes et fractions de minute, du temps vrai à midi moyen et l'on joint ces points par un trait continu. On obtient ainsi la *courbe du midi moyen*, qui affecte la forme d'un 8 un peu dissymétrique et dont le point double est légèrement à l'ouest du méridien.

La courbe donnée p. 117 représente celle d'un cadran vertical orienté exactement de l'Est à l'Ouest, à la latitude de Paris ( $48^{\circ}50'$ ). Elle a été calculée en prenant, dans l'*Annuaire* de 1900, les données correspondant au 21 de chaque mois. On retrouverait la même courbe avec les données d'une année voisine quelconque, le temps vrai à midi moyen variant d'une manière corrélatrice, pour une même date, avec la déclinaison du Soleil à midi vrai.

L'échelle de cette courbe est définie de la manière suivante : la longueur du style depuis le point d'intersection avec le mur jusqu'au centre de l'ouverture circulaire étant égale à l'unité, le sommet supérieur de la courbe (solstice d'hiver) est à la distance 0,9631, le sommet inférieur (solstice d'été) à la distance 2,1401 du point d'insertion du style sur la méridienne.



## PHYSIQUE SOLAIRE.

*Taches, facules, photosphère.* — Le disque solaire observé avec de forts grossissements est loin de présenter un éclat uniforme : outre les granulations de la surface et les plages plus brillantes nommées *facules*, on voit le plus souvent des taches formées d'un noyau sombre entouré d'une pénombre généralement bien limitée. Ces taches se déplacent d'un bord à l'autre du disque en changeant d'aspect. La variation simultanée de forme et de position permet de conclure que les taches sont des cavités en forme d'entonnoir, mettant à découvert la structure de la surface solaire, laquelle offre à l'extérieur une couche très brillante et relativement mince (photosphère) et à l'intérieur une masse plus sombre.

*Rotation solaire.* — Bien que ces taches se modifient sans cesse irrégulièrement et qu'elles disparaissent en quelques semaines, on a pu identifier leurs trajectoires moyennes avec la perspective de cercles parallèles parcourus en  $27^j,3$  : on en conclut que le Soleil tourne d'un mouvement uniforme et dans le même sens que le mouvement orbital des planètes ; la durée de cette rotation, corrigée de l'effet du déplacement de l'observateur placé à la surface de la Terre, est d'environ 25 jours.

Ce chiffre, qui se déduit des longues séries d'observations de Carrington et de Spöerer (1853-1894), et qui correspond à un angle de rotation diurne de  $14^{\circ},4$  et à une vitesse linéaire de  $2^{\text{km}}$  par seconde, se rapporte à la zone équatoriale du Soleil.

De l'équateur aux pôles, la vitesse diminue, et la durée de rotation augmente, d'une manière continue ; à la latitude de  $40^{\circ}$ , elle est de  $27^j,6$ . Au delà les taches deviennent trop rares pour qu'on puisse en déduire la loi de rotation ; mais il a été possible de l'établir jusqu'à  $80^{\circ}$  par une autre méthode.

Ajoutons que Spörer a pu déterminer la direction de l'axe de rotation par l'observation de quelques taches persistantes, restées à leur place pendant plusieurs rotations consécutives; il a trouvé  $7^{\circ},0$  pour l'inclinaison de l'équateur solaire sur l'écliptique et  $75^{\circ},0$  pour la longitude du nœud ascendant (équinox. 1900).

C'est le principe de Döpler-Fizeau qui a permis d'étudier directement la vitesse de la surface solaire, par la comparaison spectroscopique des deux bords opposés. Cette méthode a été appliquée avec succès par MM. Dunér, Halm et Walter S. Adams. On a trouvé une durée de rotation de  $24,5$  à l'équateur, de  $30,5$  vers  $80^{\circ}$ .

*Protubérances, chromosphère.* — La surface solaire est le siège de mouvements incessants, particulièrement sur certaines régions : ainsi les taches se montrent de préférence sur deux zones comprises entre les  $10^{\circ}$  et  $35^{\circ}$  de latitude héliocentrique boréale ou australe. Cette activité, marquée ordinairement par l'éclat du disque, se trahit pendant les éclipses par des panaches brillants (*protubérances*) plus ou moins étendus qui bordent le contour du disque. Cette sorte d'atmosphère, de couleur rosée, nommée *chromosphère*, est en moyenne très peu épaisse; au delà s'aperçoit une lueur plus étendue qu'on appelle *couronne* ou *atmosphère coronale*.

Le régime d'activité de la surface solaire est sensiblement périodique : l'intensité et le nombre des facules et des protubérances varient en passant par un maximum et un minimum. Ces fluctuations paraissent en relation directe avec les variations du magnétisme terrestre : la période est d'environ 11 ans; le dernier maximum a eu lieu en 1906, le dernier minimum en 1901.

## SPECTROSCOPIE SOLAIRE.

*Raies sombres.* — L'analyse spectrale a apporté des notions importantes sur la constitution physique du Soleil et la nature chimique des éléments répandus sur ses diverses enveloppes. La lumière du disque offre un spectre continu sillonné de raies sombres découvertes par Fraunhofer.

Ces raies, qui coïncident si exactement avec les raies brillantes des vapeurs métalliques incandescentes, démontrent l'existence d'une foule de substances chimiques terrestres vaporisées à la surface du Soleil : au premier rang figure le fer, dont le spectre forme en quelque sorte la charpente du spectre du Soleil ; puis viennent l'hydrogène (raies C, F, G', *h*), le sodium (D), le calcium (H, K), l'hélium (D<sub>3</sub>), le magnésium (*b*), le nickel, le titane, etc. ; le renversement de l'intensité de ces raies s'explique par la température relativement basse de la couche de vapeur exerçant une absorption élective sur les radiations de la photosphère. L'expérience directe permet de reproduire artificiellement cette inversion et prouve qu'une épaisseur extrêmement mince suffit pour l'obtenir.

*Raies brillantes.* — On est ainsi conduit à assimiler la surface solaire à une masse fluide incandescente, émettant une lumière à spectre continu, à la surface de laquelle viendraient émerger des matières susceptibles de se volatiliser et de former une couche gazeuse se refroidissant vers l'extérieur. La couche gazeuse absorbante est invisible à cause de sa minceur ; mais la vapeur des éléments plus volatils (hydrogène, sodium, calcium, magnésium, hélium, etc.) doit gagner la partie supérieure et produire la chromosphère. Effectivement, le spectre des protubérances chromosphériques observé pendant les

éclipses fournit les raies brillantes de ces éléments.

*Méthode spectrale de MM. Janssen et Lockyer.* —

La nature monochromatique des radiations émises par les vapeurs incandescentes a conduit MM. Janssen et Lockyer à une méthode qui permet d'observer en tout temps l'existence de la chromosphère et même la forme des protubérances. Elle consiste à projeter sur la fente d'un spectroscope suffisamment dispersif l'image des bords solaires : la lumière diffusée par l'atmosphère terrestre, qui en temps ordinaire couvre l'éclat des protubérances, est étalée par la dispersion et s'efface parce qu'elle offre un spectre continu. Les radiations monochromatiques, au contraire, ne sont pas étalées et conservent leur éclat sans atténuation ; elles deviennent donc prédominantes.

Grâce à cette méthode, on peut suivre journellement sur le pourtour du disque l'existence et la forme des protubérances ou de la chromosphère. On constate que les protubérances hydrogéniques s'élèvent généralement au-dessus des facules et les émissions de vapeurs métalliques (sodium, calcium, magnésium) au voisinage des taches. La méthode permet de constater ces raies brillantes sur le disque même du Soleil lorsqu'on projette sur la fente l'image d'une tache ou d'une facule. Dans le cas des taches, tantôt les raies sombres s'assombrissent encore davantage, comme si le pouvoir absorbant de la couche solaire augmentait, tantôt, au contraire, certaines raies s'effacent et se renversent : c'est au centre des raies sombres qu'apparaissent alors les raies brillantes de l'hydrogène ou des métaux <sup>(1)</sup>.

---

(1) Ces apparences spectrales, difficiles à décrire, se reproduisent aisément par expérience lorsqu'on prend comme source



L'observation est particulièrement facile avec la raie C (hydrogène) et avec les raies D (sodium) et *b* (magnésium).

Le déplacement des raies brillantes permettrait, d'après le principe Döppler-Fizeau, de déterminer la vitesse des masses gazeuses incandescentes qui les produisent, si des expériences récentes de MM. W.-J. Humphreys et J.-F. Mohler n'avaient attiré l'attention sur une cause perturbatrice importante : un accroissement de pression déplace les raies vers le rouge proportionnellement à cet accroissement. Il faut donc accueillir avec beaucoup de réserve les vitesses énormes attribuées aux masses gazeuses qui constituent les protubérances.

*Raies brillantes de la chromosphère récemment identifiées avec des substances terrestres.* — M. W. Ramsay a découvert, dans le spectre d'un gaz raréfié extrait d'un minéral rare, la clèveïte, et, peu après, d'une météorite, une raie jaune ( $\lambda = 5875,87$ ) coïncidant avec la raie chromosphérique brillante, aussi fréquente que celle de l'hydrogène; comme on n'avait pu, jusqu'ici, l'identifier avec celle d'aucun élément terrestre, on avait nommé *hélium* la substance inconnue correspondante.

La coïncidence rigoureuse a pu être mise en doute au début, car la raie de la clèveïte est double, celle de l'hélium passant pour simple : mais un examen plus minutieux de la raie de l'hélium a permis aussi de la dédoubler. D'après M. Clève, l'hélium serait un gaz ayant une densité double de celle de l'hydrogène.

Dans ce même gaz extrait de la clèveïte, M. Des-

---

un arc électrique, en déposant sur les charbons une quantité variable d'un métal (sodium, aluminium, thallium, fer) ou d'un sel métallique (calcium, magnésium, etc.).

landres a observé d'autres raies chromosphériques; en particulier la raie violette (4471,6) et la raie rouge (7065,5) qui appartient à l'hélium. Les autres raies, observées aussi par M. Lockyer, se trouvent dans les spectres des étoiles blanches d'Orion.

*Raies telluriques.* — L'atmosphère terrestre apporte une certaine complication dans l'analyse de la lumière solaire par son pouvoir propre d'absorption. Elle produit deux effets particuliers : 1° une extinction plus ou moins grande du spectre dans la partie ultra-violette suivant l'épaisseur de l'atmosphère traversée; 2° une absorption élective de certaines radiations qui sillonnent plusieurs régions du spectre de bandes sombres généralement résolubles en raies (raies telluriques). L'oxygène produit les groupes A, B,  $\alpha$  (Angström, Egoroff), la vapeur d'eau le groupe  $\alpha$  et ceux voisins de la raie D (Janssen).

Ces raies telluriques se distinguent très aisément des raies solaires par la méthode Döppler-Fizeau (voir l'*Annuaire* de 1891: *Notice sur la Méthode*, etc., p. B.25).

*Spectres ultra-violet et infra-rouge.* — Outre les radiations lumineuses, le Soleil en émet d'autres que divers procédés physiques permettent d'observer : les substances fluorescentes, phosphorescentes et surtout les préparations photographiques révèlent l'existence de régions très étendues au delà du violet (spectre ultra-violet) et en deçà du rouge (spectre infra-rouge), sillonnées également de raies sombres solaires ou telluriques.

Pour être complètement renseigné sur ces questions de Physique solaire, il faut lire la *Notice* de M. Deslandres dans l'*Annuaire* de 1907, p. C.1-146.

## LUNE

**Orbite lunaire.** — La Lune décrit autour de la Terre une ellipse dont la Terre occupe un des foyers; dans ce mouvement la Lune tourne constamment le même hémisphère vers la Terre.

L'inclinaison de l'orbite sur l'écliptique varie entre  $5^{\circ}0'1''$  et  $5^{\circ}17'35''$  en 173 jours.

Les nœuds (intersection de l'orbite lunaire et de l'écliptique) ont un mouvement rétrograde et parcourent l'écliptique en  $6793\frac{1}{2}, 39$ ; soit 18 ans  $\frac{2}{3}$  environ.

Par suite de ce mouvement, l'obliquité de l'orbite lunaire sur l'équateur varie entre  $18^{\circ}10'$  et  $28^{\circ}45'$ .

Le moyen mouvement de la Lune dans un jour moyen est de  $13^{\circ}10'35'', 03$ . En 100 années juliennes (36525 jours) le moyen mouvement est égal à 1336 révolutions sidérales plus  $307^{\circ}52'41'', 6$ .

**Apogée, périgée.** — Ce sont les points où, dans son orbite, la Lune se trouve à sa plus grande ou à sa plus petite distance de la Terre.

Le périgée est animé d'un mouvement direct dont la période est de  $3232\frac{1}{2}, 57$ ; soit un peu moins de 9 ans.

**Rotation lunaire.** — La Lune tourne sur elle-même d'un mouvement uniforme en  $27\frac{1}{2}7^h43^m11^s, 5$ . La durée de sa rotation est égale à celle de sa révolution sidérale. L'axe autour duquel s'effectue cette rotation est incliné de  $88^{\circ}28'38''$  sur l'écliptique; son inclinaison sur le plan de l'orbite lunaire varie entre  $83^{\circ}11'$  et  $83^{\circ}29'$ .

**Libration.** — La Lune éprouve des oscillations autour de son centre, qui ont pour résultat de faire apparaître une partie de l'hémisphère qui nous est opposé et aussi de déterminer un balancement des taches autour d'une position moyenne.

On considère trois librations: 1° La *libration en*

*longitude*, qui s'effectue dans la direction du plan de l'orbite lunaire ; son maximum est  $7^{\circ}53'51''$ .

2° La *libration en latitude*, à peu près perpendiculaire au plan de l'écliptique ; elle atteint  $6^{\circ}50'45''$ .

3° La *libration diurne*, provenant du déplacement de la Lune dans l'espace ; sa valeur peut aller jusqu'à  $1^{\circ}1'24''$ . Par suite de la libration, la partie de la Lune visible de la Terre est les  $\frac{59}{160}$  de la surface totale.

**Révolution sidérale.** — Temps compris entre deux conjonctions successives de la Lune avec une même étoile ; elle est de  $27^j 7^h 43^m 11^s,5$ . On a remarqué que le mouvement de la Lune s'accélère un peu de siècle en siècle ; mais, après avoir atteint un maximum, il décroîtra ensuite.

**Révolution synodique.** — C'est le temps qui s'écoule entre deux phases consécutives de même nom ; on lui donne aussi le nom de *lunaison* ou *mois lunaire* ; elle est égale à  $29^j 12^h 44^m 2^s,9$ .

**Révolution tropique.** — Temps que la Lune met pour revenir à une même longitude ; sa durée est de  $27^j 7^h 43^m 4^s,7$ .

**Révolution anomalistique.** — C'est l'intervalle de  $27^j 13^h 18^m 33^s,3$  qui sépare deux passages consécutifs de la Lune au périgée.

**Révolution draconitique.** — Temps qui s'écoule entre deux passages consécutifs de la Lune à son nœud ascendant ; sa durée est de  $27^j 5^h 5^m 36^s$ .

**Saros.** — Les Chaldéens connaissaient déjà la période de 18 ans 11 jours (*saros*) qui règle approximativement le retour des éclipses ; elle comprend 223 lunaisons ou 242 mois draconitiques, ou 19 fois l'intervalle de  $346^j,6$  (11,74 lunaisons) qui sépare deux passages du Soleil par le nœud lunaire.

**Éléments de l'orbite <sup>(1)</sup> :**

|   |              |
|---|--------------|
| Longitude moyenne de l'époque.....                                    | 122°59'55",0 |
| Longitude du périée.....  | 99.51.52,1   |
| Longitude du nœud ascendant.....                                      | 146.13.40,0  |
| Inclinaison de l'orbite.....  | 5. 8.47,9    |
| Excentricité, en partie du demi-grand<br>axe de l'orbite lunaire..... | 0,05490807   |

**Valeurs diverses :**

|  |   |   |
|--|---|---|
| <i>Distance moyenne<br/>à la Terre....</i> | { | 60,2745 rayons équatoriaux<br>terrestres.     |
|  |   | 38444,6 myriamètres.                          |
|  |   | 0,00257153 de celle de la Terre<br>au Soleil. |

*Parallaxe.* La *parallaxe horizontale équatoriale* est la moitié du diamètre apparent que présenterait la Terre vue de la Lune, si la Terre était une sphère ayant pour rayon celui de l'équateur terrestre.

La parallaxe horizontale équatoriale moyenne, ou celle qui répond à la distance moyenne de la Lune à la Terre, a pour valeur 57' 2", 2.

|                                    |   |                      |          |
|------------------------------------|---|----------------------|----------|
| <i>Demi-diamètre<br/>réel.....</i> | { | En rayons terrestres |          |
|                                    |   | équatoriaux.....     | 0,272957 |
|                                    |   | En kilomètres.....   | 1741,03  |

|   |            |
|---|------------|
| <i>Grandeur apparente exprimée en an-<br/>gle (valeur moyenne).....</i> | 31' 8", 18 |
|---|------------|

|                |   |                                       |             |
|----------------|---|---------------------------------------|-------------|
| <i>Volume.</i> | { | Le volume de la Terre<br>étant 1..... | 0,0204067   |
|                |   | En kilomètres cubes....               | 22105746000 |
|                |   |                                       |             |

(1) Pour l'époque 0,5 janvier 1850, temps moyen de Paris, d'après Hansen.

*Masse.* Celle de la Terre étant 1... 0,0125522

Soit environ  $\frac{1}{80}$ .

*Densité.* { Celle de la Terre étant 1. 0,615  
 { Celle de l'eau étant 1.... 3,38

*Pesanteur* à l'équateur (celle de la Terre étant 1)..... 0,1685

**Constitution physique.** — La Lune est un corps opaque; elle nous réfléchit la lumière du Soleil et ne paraît avoir ni eau ni atmosphère appréciable.

La surface de la Lune présente des étendues grisâtres, occupant près de la moitié de la partie visible, généralement planes et plus ou moins profondes. On leur a donné le nom de *mers*.

Les *montagnes* se présentent souvent sous l'aspect de masses étendues, d'une hauteur de 2000<sup>m</sup> environ, avec quelques sommets plus élevés. Il existe aussi des chaînes présentant des pics très élevés et de rares montagnes isolées.

Par suite de leur élévation, certains pics peuvent apparaître comme des points brillants isolés, au delà du *terminateur* <sup>(1)</sup>.

On donne, à tort, le nom de *cratères* à des formations se présentant sous l'aspect de vallées, généralement circulaires, entourées d'une muraille montagneuse plus ou moins élevée. Les dimensions de ces cirques sont très variables; les uns peuvent atteindre près de 250<sup>km</sup> de diamètre, tandis que d'autres sont à peine visibles.

Dans l'intérieur on rencontre quelquefois des pitons coniques plus ou moins élevés. Assez sou-

---

(1) Ligne de séparation des parties éclairées et obscures du disque lunaire; elle a la forme d'une demi-ellipse. Au moment de la *dichotomie*, le terminateur se réduit à une ligne droite, passant par le centre du disque.

vent, le fond de la cavité centrale est au-dessous du niveau de la Lune.

Les véritables cratères ont un diamètre ne dépassant pas 30<sup>km</sup>; ils sont circulaires, de hauteur modérée et souvent remarquables par leur grand éclat qui les fait confondre facilement avec les pics montagneux.

Relativement assez rares, les véritables cratères offrent un orifice franchement conique. Autour se rencontrent des matières éjectées, visibles suivant de longs sillons rayonnant dans des directions différentes, vers les parties basses environnantes.

*Hauteurs de quelques pics et chaînes de montagnes  
(d'après Neison) :*

|   | m                          |               | m                 |
|---|----------------------------|---------------|-------------------|
| Newton.....   | 7250                       | Clavius.....  | 5270              |
| Casatus.....  | 6800                       | Tycho... ..   | 5210              |
| Curtius.....  | 6760                       | Pythagore.... | 5160              |
| Calippus.....   | 5660                       | Short.....    | 5090              |
| Theophilus... ..  | 5560                       | Catharina.... | 5010              |
| Kircher.....  | 5440                       | Bradley.....  | 4880              |
| Monts Leibnitz (le pic le plus élevé de la chaîne et probablement de la partie visible de la Lune)..... |                            |               | 8200 <sup>m</sup> |
| Montagnes Rocheuses... ..   | entre 4800 <sup>m</sup> et |               | 7900              |
| Monts Doerfel.....  | » 4500                     |               | 6100              |
| Monts d'Alembert... ..  | » 3000                     |               | 6100              |
| Monts Huygens.....  | » 2400                     |               | 6100              |

On observe aussi à la surface de la Lune des sillons, ou rainures, très étroits et assez longs, se prolongeant généralement en ligne droite. Ces rainures, dont les bords sont très escarpés, se terminent habituellement sur le contour des cratères; quelquefois, cependant, elles les traversent. Isolées en général, les rainures se réunissent et se croisent parfois.

Leur largeur reste, le plus souvent, sensiblement constante dans toute leur longueur. S'il se produit un élargissement, il n'est jamais situé aux extrémités. La longueur de ces rainures peut atteindre 100<sup>km</sup>, la largeur ne dépassant pas 2<sup>km</sup>.

A la pleine lune, ces sillons apparaissent brillants; lors des phases, ils semblent noirs, par suite de l'ombre portée sur le fond par les escarpements des bords.

**Lumière.** — Elle est polarisée, caractère distinctif de la lumière réfléchie. A la pleine Lune, son éclat réel est celui de la lumière réfléchie par les roches terrestres. On a trouvé en effet 0,17 pour valeur de l'*albedo* <sup>(1)</sup> de la Lune et 0,16 pour celui de la marne argileuse. D'après Zöllner, l'éclat de la lumière de la Lune est égal à  $\frac{1}{600000}$  de celui du Soleil.

La *lumière cendrée*, qui permet de distinguer le disque entier de la Lune, après la néoménie, est due à la lumière du Soleil réfléchie par la Terre. Par un effet d'opposition, la partie de la Lune éclairée directement par le Soleil paraît avoir un diamètre plus grand que celle éclairée par la lumière cendrée. Celle-ci paraît plus intense au premier quartier qu'au dernier.

**Température.** — Pendant le cours d'un jour lunaire, ou d'une lunaison, la température du sol de la Lune est soumise à de grandes variations. On admet qu'elle dépasse 100° vers le milieu du jour lunaire, pour redescendre à — 50° environ pendant la nuit.

La quantité de chaleur que nous réfléchit la Lune n'est sensible qu'aux instruments très délicats.

---

(1) On donne le nom d'*albedo* à la proportion de lumière incidente réfléchie d'une manière diffuse par un corps non lumineux.



**Lune pascalle.** — L'échéance de la fête de Pâques dépend de l'époque de la pleine Lune qui, comptée suivant l'épacte, arrive après le 21 mars (*voir* p. 39).

En 1910, la pleine Lune pascalle du comput, qu'il ne faut pas confondre avec la pleine Lune vraie, tombe le vendredi 25 mars, et, par suite, Pâques sera le dimanche suivant, 27 mars.

La pleine Lune vraie, ou astronomique, arrive le 25 mars, à 20<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>.

**Lune rousse.** — D'après Arago, on donne généralement ce nom à la Lune qui, commençant en avril, devient pleine soit à la fin de ce mois, soit plus ordinairement dans le courant de mai.

En 1910, elle commence le 9 avril et finit le 9 mai.

**Calcul de la distance de la Lune à la Terre.** — La Table suivante, dont l'argument est la parallaxe lunaire, donnée p. 7 et suiv., permet de calculer la distance pour une date quelconque.

*Exemple.* — On demande la distance de la Lune à la Terre le 6 janvier 1910?

On a, p. 7, la valeur 54' 28" pour la parallaxe lunaire, le 6 janvier.

La Table donne :

|                    |        |                   |
|--------------------|--------|-------------------|
| Pour 54' 20" ..... | 63,274 | rayons terrestres |
| » 54' 30" .....    | 63,080 | »                 |

soit une différence de  $-0,194$  rayon pour 10", ou 0,0194 pour 1". La distance cherchée sera

$$63,274 - (0,0194 \times 8) = 63,119 \text{ ray. terr. équator.}$$

On trouverait, de même, 40260 pour la distance en myriamètres.

## TABLE

Donnant le demi-diamètre de la Lune et sa distance à la Terre, connaissant la parallaxe.

| PARALLAXE | DEMI-DIAMÈTRE | DISTANCE EN        |             | PARALLAXE | DEMI-DIAMÈTRE | DISTANCE EN        |             |
|-----------|---------------|--------------------|-------------|-----------|---------------|--------------------|-------------|
|           |               | rayons équatoriaux | myriamètres |           |               | rayons équatoriaux | myriamètres |
| 52. 0     | 14. 12        | 66,113             | 42169       | 57. 0     | 15. 33        | 60,314             | 38470       |
| 10        | 14. 14        | 65,902             | 42034       | 10        | 15. 36        | 60,138             | 38358       |
| 20        | 14. 17        | 65,692             | 41900       | 20        | 15. 39        | 59,963             | 38246       |
| 30        | 14. 20        | 65,483             | 41767       | 30        | 15. 41        | 59,790             | 38135       |
| 40        | 14. 22        | 65,276             | 41635       | 40        | 15. 44        | 59,617             | 38025       |
| 50        | 14. 25        | 65,070             | 41504       | 50        | 15. 47        | 59,445             | 37916       |
| 53. 0     | 14. 28        | 64,865             | 41373       | 58. 0     | 15. 50        | 59,274             | 37807       |
| 10        | 14. 31        | 64,662             | 41243       | 10        | 15. 53        | 59,105             | 37699       |
| 20        | 14. 33        | 64,460             | 41114       | 20        | 15. 55        | 58,936             | 37591       |
| 30        | 14. 36        | 64,259             | 40986       | 30        | 15. 58        | 58,768             | 37484       |
| 40        | 14. 39        | 64,060             | 40859       | 40        | 16. 1         | 58,601             | 37377       |
| 50        | 14. 42        | 63,862             | 40733       | 50        | 16. 4         | 58,435             | 37271       |
| 54. 0     | 14. 44        | 63,665             | 40607       | 59. 0     | 16. 6         | 58,270             | 37166       |
| 10        | 14. 47        | 63,469             | 40482       | 10        | 16. 9         | 58,106             | 37061       |
| 20        | 14. 50        | 63,274             | 40358       | 20        | 16. 12        | 57,942             | 36957       |
| 30        | 14. 53        | 63,080             | 40235       | 30        | 16. 14        | 57,780             | 36854       |
| 40        | 14. 55        | 62,888             | 40112       | 40        | 16. 17        | 57,619             | 36751       |
| 50        | 14. 58        | 62,697             | 39990       | 50        | 16. 20        | 57,458             | 36649       |
| 55. 0     | 15. 1         | 62,507             | 39869       | 60. 0     | 16. 23        | 57,299             | 36547       |
| 10        | 15. 3         | 62,318             | 39749       | 10        | 16. 25        | 57,140             | 36446       |
| 20        | 15. 6         | 62,131             | 39629       | 20        | 16. 28        | 56,982             | 36345       |
| 30        | 15. 9         | 61,945             | 39510       | 30        | 16. 31        | 56,825             | 36245       |
| 40        | 15. 12        | 61,759             | 39392       | 40        | 16. 33        | 56,669             | 36145       |
| 50        | 15. 14        | 61,574             | 39274       | 50        | 16. 36        | 56,514             | 36046       |
| 56. 0     | 15. 17        | 61,391             | 39157       | 61. 0     | 16. 39        | 56,360             | 35948       |
| 10        | 15. 20        | 61,209             | 39041       | 10        | 16. 42        | 56,206             | 35850       |
| 20        | 15. 23        | 61,028             | 38925       | 20        | 16. 44        | 56,053             | 35752       |
| 30        | 15. 25        | 60,848             | 38810       | 30        | 16. 47        | 55,901             | 35655       |
| 40        | 15. 28        | 60,669             | 38696       | 40        | 16. 50        | 55,750             | 35559       |
| 50        | 15. 31        | 60,491             | 38583       | 50        | 16. 53        | 55,600             | 35463       |
| 57. 0     | 15. 33        | 60,314             | 38470       | 62. 0     | 16. 55        | 55,451             | 35368       |

## TABLES DE CORRECTIONS <sup>(1)</sup>

**Pour déduire des levers et couchers de la Lune à Paris les levers et couchers dans un lieu compris entre 0° et 60° de latitude boréale.**

L'*Annuaire* donne, en temps moyen civil pour Paris et pour tous les jours de l'année, les heures du lever et du coucher de la Lune, et de son passage au méridien. On compte sensiblement la même heure locale à Paris et dans les différentes villes de France quand la Lune passe au méridien. Il n'en est pas ainsi des heures du lever et du coucher, qui peuvent varier de plus d'une demi-heure.

*Passage de la Lune au méridien.* — La Lune, par son grand mouvement propre d'occident en orient, emploie un peu plus de temps que le Soleil pour aller d'un méridien à un autre. Elle retarde moyennement sur le Soleil de 50<sup>m</sup>,5 dans un jour, et de 2<sup>s</sup>,104 dans une minute. Soit  $p$  l'heure du passage de la Lune au méridien de Paris; l'heure locale du passage au méridien sera

$$p \pm n \times 2^s, 104$$

pour la ville dont la longitude est de  $n$  minutes de temps.

La correction  $n \times 2^s, 104$  est additive ou soustractive, suivant que la ville est à l'ouest ou à l'est de Paris. Elle est toujours fort petite pour la France et peut être négligée; ainsi, pour Brest, où  $n = 27^m$ , cette correction n'est que de 56<sup>s</sup>,8.

---

(<sup>1</sup>) D'après la loi du 15 mars 1891, l'heure légale en France et en Algérie est celle de l'Observatoire de Paris. Les résultats obtenus avec la présente Table étant exprimés en *heure locale*, on devra, si l'on veut avoir l'heure légale correspondante, retrancher de l'heure donnée par la Table la valeur de la longitude du lieu, exprimée en temps, si celui-ci est à l'est de Paris ou l'ajouter dans le cas contraire.

*Lever et coucher de la Lune.* — Le temps qui s'écoule entre le lever de la Lune et son passage au méridien d'un lieu est l'intervalle semi-diurne du lever. Le temps écoulé entre ce passage et le coucher de la Lune est l'intervalle semi-diurne du coucher.

Quand on connaît l'intervalle semi-diurne pour Paris, on peut en déduire l'intervalle semi-diurne pour une autre latitude, au moyen des corrections fournies par les Tables qui se trouvent pages 138 à 140.

Les nombres de la première colonne représentent en heures et minutes des intervalles semi-diurnes pour Paris. Dans les autres colonnes, on trouve pour les latitudes de  $0^{\circ}$  à  $60^{\circ}$  la différence, en minutes de temps, entre l'intervalle semi-diurne de Paris et celui de chaque latitude.

Quand la correction de la Table est affectée du signe +, l'intervalle semi-diurne est plus petit qu'à Paris; alors le lever de la Lune est retardé, et le coucher avancé. La correction positive doit donc s'ajouter à l'heure du lever de la Lune à Paris, et se retrancher de l'heure de son coucher.

Quand la correction est affectée du signe —, l'intervalle semi-diurne est plus grand qu'à Paris. Alors le lever de la Lune est avancé, et le coucher retardé. La correction négative doit donc se retrancher de l'heure du lever de la Lune à Paris, et s'ajouter à l'heure de son coucher.

Pour un lieu dont la longitude est  $n$  minutes de temps, à l'ouest ou à l'est de Paris, il faudra encore appliquer à l'heure locale du lever ou du coucher obtenue à l'aide de la Table, comme pour le passage au méridien, la correction  $\pm n \times 2^{\text{s}}, 104$ .

**RÈGLE GÉNÉRALE.** — La *correction de la Table* s'applique toujours avec son signe à l'heure du lever de la Lune à Paris, et en signe contraire à l'heure du coucher.

EXEMPLE. — On demande l'heure locale du lever et l'heure du coucher de la Lune à Dunkerque, le 25 mai 1910. On trouve, page 15 :

|                                |                                 | Intervalles.                     |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Lever, le 25 .....             | 21 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> | } 3 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> |
| Passage au méridien, le 26.... | 1 23                            |                                  |
| Passage au méridien, le 25.... | 0 32                            | } 4 4                            |
| Coucher, le 25.....            | 4 36                            |                                  |

Avec la latitude 51° 2' de Dunkerque et les deux intervalles semi-diurnes 3<sup>h</sup>55<sup>m</sup> et 4<sup>h</sup>4<sup>m</sup>, on trouve, page 140, les deux corrections + 12<sup>m</sup> et + 11<sup>m</sup>. On a ensuite :

|                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Lever à Paris, le 25 mai.....      | 21 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> |
| Correction avec son signe .....    | + 12                            |
| Lever à Dunkerque, le 25.....      | 21 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> |
| Coucher à Paris, le 25 mai.....    | 4 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>  |
| Correction en signe contraire..... | — 11                            |
| Coucher à Dunkerque, le 25... ..   | 4 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>  |

On peut aussi employer la Table pour obtenir l'heure du lever ou du coucher de la Lune, dans un lieu situé entre l'équateur et 60° de latitude australe : mais les résultats obtenus ne seront *approchés* qu'à quelques minutes près. On opérera comme suit :

Après avoir formé les intervalles semi-diurnes du lever et du coucher à Paris, on les retranchera respectivement de 12<sup>h</sup>25<sup>m</sup> ; on aura ainsi sensiblement les intervalles semi-diurnes aux antipodes de Paris.

On aura le lever dans ce lieu, en retranchant de l'heure du passage l'intervalle semi-diurne du lever ainsi trouvé ; pour le coucher, on ajoutera au passage l'intervalle semi-diurne du coucher. Pour avoir le lever et le coucher de la Lune, on entrera dans la Table en prenant pour arguments les intervalles semi-diurnes aux antipodes de Paris, c'est-à-dire les compléments à 12<sup>h</sup>25<sup>m</sup> des intervalles semi-diurnes à Paris.

INTER-  
VALLE

## CORRECT. POUR LES LEVERS ET COUCHERS DE LA LUNE

|       | 0°  | 2°  | 4°  | 6°  | 8°  | 10° | 12° | 14° | 16° | 18° |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| h m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   |
| 3. 30 | 160 | 156 | 151 | 146 | 142 | 137 | 132 | 128 | 123 | 118 |
| 40    | 150 | 146 | 142 | 137 | 133 | 129 | 124 | 120 | 115 | 110 |
| 50    | 141 | 137 | 133 | 128 | 124 | 120 | 116 | 112 | 107 | 103 |
| 4. 0  | 131 | 127 | 123 | 119 | 116 | 112 | 108 | 104 | 100 | 95  |
| 10    | 122 | 118 | 114 | 111 | 107 | 103 | 100 | 96  | 92  | 88  |
| 20    | 112 | 108 | 105 | 102 | 98  | 95  | 91  | 88  | 84  | 81  |
| 30    | 102 | 99  | 96  | 93  | 90  | 87  | 83  | 80  | 77  | 74  |
| 40    | 92  | 90  | 87  | 84  | 81  | 78  | 75  | 72  | 70  | 66  |
| 50    | 83  | 80  | 78  | 75  | 72  | 70  | 67  | 65  | 62  | 59  |
| 5. 0  | 73  | 71  | 68  | 66  | 64  | 62  | 59  | 57  | 55  | 52  |
| 10    | 63  | 61  | 59  | 57  | 55  | 53  | 51  | 49  | 47  | 45  |
| 20    | 54  | 52  | 50  | 49  | 47  | 45  | 43  | 42  | 40  | 38  |
| 30    | 44  | 42  | 41  | 40  | 38  | 37  | 35  | 34  | 33  | 31  |
| 40    | 34  | 33  | 32  | 31  | 30  | 29  | 28  | 27  | 25  | 24  |
| 50    | 24  | 24  | 23  | 22  | 21  | 21  | 20  | 19  | 18  | 17  |
| 6. 0  | 15  | 14  | 14  | 14  | 13  | 12  | 12  | 12  | 11  | 11  |
| 10    | 5   | 5   | 5   | 5   | 5   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
|       | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   |
| 20    | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   |
| 30    | 14  | 14  | 13  | 13  | 12  | 12  | 12  | 11  | 11  | 10  |
| 40    | 24  | 23  | 22  | 22  | 21  | 20  | 19  | 19  | 18  | 17  |
| 50    | 33  | 32  | 31  | 30  | 29  | 28  | 27  | 26  | 25  | 24  |
| 7. 0  | 43  | 42  | 40  | 39  | 38  | 36  | 35  | 34  | 32  | 31  |
| 10    | 52  | 51  | 49  | 48  | 46  | 45  | 43  | 41  | 40  | 38  |
| 20    | 62  | 60  | 58  | 57  | 55  | 53  | 51  | 49  | 47  | 45  |
| 30    | 72  | 69  | 67  | 65  | 63  | 61  | 59  | 56  | 55  | 52  |
| 40    | 81  | 79  | 76  | 74  | 72  | 69  | 67  | 64  | 62  | 59  |
| 50    | 91  | 88  | 86  | 83  | 80  | 77  | 75  | 72  | 69  | 66  |
| 8. 0  | 100 | 97  | 95  | 91  | 89  | 86  | 83  | 80  | 76  | 73  |
| 10    | 110 | 107 | 104 | 100 | 97  | 94  | 90  | 87  | 84  | 80  |
| 20    | 119 | 116 | 113 | 109 | 106 | 102 | 98  | 95  | 91  | 87  |
| 30    | 129 | 125 | 122 | 118 | 114 | 110 | 106 | 102 | 98  | 94  |
| 40    | 138 | 134 | 131 | 127 | 123 | 119 | 114 | 110 | 106 | 102 |
| 50    | 148 | 144 | 140 | 135 | 131 | 127 | 123 | 118 | 114 | 109 |

Correction + : ajoutez au lever, retranchez du coucher.  
 Correction - : retranchez du lever, ajoutez au coucher.

## CORRECT. POUR LES LEVERS ET COUCHERS DE LA LUNE

| INTER-<br>VALLÉ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                 | 20° | 22° | 24° | 26° | 28° | 30° | 32° | 34° | 36° | 38° |
| h m             | m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   | m   |
| 3. 30           | 112 | 107 | 102 | 96  | 90  | 84  | 77  | 69  | 62  | 54  |
| 40              | 105 | 100 | 95  | 90  | 84  | 78  | 72  | 64  | 58  | 50  |
| 50              | 98  | 93  | 88  | 83  | 78  | 73  | 67  | 59  | 53  | 47  |
| 4. 0            | 91  | 87  | 82  | 77  | 72  | 67  | 62  | 55  | 49  | 43  |
| 10              | 84  | 80  | 76  | 71  | 67  | 62  | 57  | 50  | 45  | 39  |
| 20              | 77  | 73  | 69  | 65  | 61  | 57  | 52  | 46  | 41  | 36  |
| 30              | 70  | 67  | 63  | 59  | 55  | 51  | 47  | 41  | 37  | 32  |
| 40              | 63  | 60  | 57  | 54  | 50  | 46  | 42  | 37  | 33  | 29  |
| 50              | 56  | 54  | 51  | 48  | 44  | 41  | 38  | 33  | 29  | 26  |
| 5. 0            | 50  | 47  | 45  | 42  | 39  | 36  | 33  | 29  | 26  | 22  |
| 10              | 43  | 41  | 39  | 36  | 34  | 31  | 29  | 25  | 22  | 19  |
| 20              | 36  | 34  | 33  | 31  | 29  | 26  | 24  | 20  | 18  | 16  |
| 30              | 30  | 28  | 27  | 25  | 23  | 22  | 20  | 17  | 15  | 13  |
| 40              | 23  | 22  | 21  | 19  | 18  | 17  | 15  | 13  | 11  | 10  |
| 50              | 17  | 16  | 15  | 14  | 13  | 12  | 11  | 9   | 8   | 7   |
| 6. 0            | 10  | 9   | 9   | 8   | 8   | 7   | 6   | 5   | 4   | 4   |
| 10              | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   |
| 20              | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   |
| 30              | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 3   | 3   | 3   |
| 40              | 10  | 9   | 9   | 8   | 8   | 7   | 7   | 7   | 7   | 6   |
| 50              | 16  | 16  | 15  | 14  | 13  | 12  | 11  | 11  | 10  | 9   |
| 7. 0            | 23  | 22  | 20  | 19  | 18  | 17  | 16  | 15  | 14  | 12  |
| 10              | 30  | 28  | 26  | 25  | 23  | 22  | 20  | 19  | 17  | 15  |
| 20              | 36  | 34  | 32  | 30  | 28  | 26  | 24  | 23  | 21  | 18  |
| 30              | 43  | 41  | 39  | 36  | 34  | 31  | 29  | 28  | 24  | 21  |
| 40              | 50  | 47  | 45  | 42  | 39  | 36  | 34  | 32  | 28  | 24  |
| 50              | 56  | 53  | 51  | 48  | 44  | 41  | 38  | 36  | 32  | 28  |
| 8. 0            | 63  | 60  | 57  | 53  | 50  | 46  | 43  | 40  | 36  | 31  |
| 10              | 70  | 66  | 63  | 59  | 55  | 51  | 47  | 44  | 40  | 35  |
| 20              | 76  | 73  | 69  | 65  | 61  | 56  | 52  | 49  | 43  | 38  |
| 30              | 83  | 79  | 75  | 71  | 66  | 62  | 57  | 53  | 48  | 42  |
| 40              | 90  | 86  | 82  | 77  | 72  | 67  | 62  | 58  | 52  | 45  |
| 50              | 97  | 93  | 88  | 83  | 78  | 72  | 67  | 62  | 56  | 49  |
|                 | 104 | 99  | 94  | 89  | 84  | 77  | 72  | 67  | 60  | 53  |

Correction + : ajoutez au lever, retranchez du coucher.

Correction - : retranchez du lever, ajoutez au coucher.

INTER-  
VALLE

## CORRECT. POUR LES LEVERS ET COUCHERS DE LA LUNE

|       | 40°    | 42°    | 44°    | 46°    | 48°    | 50°    | 52°    | 54°    | 56°    | 58°    | 60°    |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m | —<br>m |
| 3. 30 | 46     | 37     | 28     | 17     | 6      | 8      | 21     | 36     | 51     | 67     | 85     |
| 40    | 43     | 35     | 26     | 16     | 5      | 7      | 20     | 33     | 47     | 62     | 79     |
| 50    | 39     | 32     | 24     | 15     | 5      | 6      | 18     | 30     | 44     | 58     | 74     |
| 4. 0  | 36     | 29     | 22     | 13     | 4      | 6      | 17     | 28     | 40     | 53     | 68     |
| 10    | 33     | 27     | 20     | 12     | 4      | 5      | 15     | 25     | 37     | 49     | 62     |
| 20    | 30     | 24     | 18     | 11     | 3      | 5      | 14     | 23     | 33     | 45     | 57     |
| 30    | 27     | 22     | 16     | 10     | 3      | 4      | 12     | 21     | 30     | 40     | 52     |
| 40    | 24     | 20     | 14     | 9      | 3      | 4      | 11     | 19     | 27     | 36     | 46     |
| 50    | 21     | 17     | 13     | 8      | 2      | 3      | 10     | 17     | 24     | 32     | 41     |
| 5. 0  | 19     | 15     | 11     | 7      | 2      | 3      | 8      | 14     | 21     | 28     | 36     |
| 10    | 16     | 13     | 9      | 6      | 2      | 3      | 7      | 12     | 18     | 24     | 31     |
| 20    | 13     | 11     | 8      | 5      | 2      | 2      | 6      | 10     | 15     | 20     | 26     |
| 30    | 11     | 9      | 6      | 4      | 1      | 2      | 5      | 8      | 12     | 16     | 21     |
| 40    | 8      | 7      | 5      | 3      | 1      | 1      | 4      | 6      | 9      | 12     | 16     |
| 50    | 6      | 5      | 3      | 2      | 1      | 1      | 3      | 4      | 6      | 9      | 11     |
| 6. 0  | 3      | 2      | 2      | 1      | 0      | 0      | 1      | 2      | 3      | 5      | 6      |
| 10    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      |
| 20    | +      | +      | +      | +      | +      | —      | —      | —      | —      | —      | —      |
| 30    | 2      | 2      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 2      | 2      | 3      | 4      |
| 40    | 5      | 4      | 3      | 2      | 1      | 1      | 2      | 4      | 5      | 7      | 9      |
| 50    | 7      | 6      | 4      | 3      | 1      | 1      | 3      | 6      | 8      | 11     | 14     |
| 7. 0  | 10     | 8      | 6      | 4      | 1      | 2      | 4      | 8      | 11     | 15     | 19     |
| 10    | 13     | 10     | 7      | 5      | 2      | 2      | 6      | 10     | 14     | 19     | 24     |
| 20    | 15     | 12     | 9      | 5      | 2      | 2      | 7      | 12     | 17     | 22     | 29     |
| 30    | 18     | 14     | 11     | 6      | 2      | 3      | 8      | 14     | 20     | 26     | 34     |
| 40    | 21     | 17     | 12     | 7      | 2      | 3      | 9      | 16     | 23     | 31     | 39     |
| 50    | 23     | 19     | 14     | 9      | 3      | 4      | 11     | 18     | 26     | 35     | 44     |
| 8. 0  | 26     | 21     | 16     | 10     | 3      | 4      | 12     | 20     | 29     | 39     | 50     |
| 10    | 29     | 23     | 17     | 11     | 3      | 5      | 13     | 22     | 32     | 43     | 55     |
| 20    | 32     | 26     | 19     | 12     | 4      | 5      | 15     | 24     | 35     | 47     | 60     |
| 30    | 35     | 28     | 21     | 13     | 4      | 6      | 16     | 27     | 39     | 51     | 66     |
| 40    | 38     | 31     | 23     | 14     | 4      | 6      | 17     | 29     | 42     | 56     | 71     |
| 50    | 42     | 34     | 25     | 15     | 5      | 7      | 19     | 32     | 46     | 61     | 77     |
| 50    | 45     | 36     | 27     | 17     | 5      | 7      | 21     | 35     | 49     | 65     | 83     |

Correction + : ajoutez au lever, retranchez du coucher.  
 Correction — : retranchez du lever, ajoutez au coucher.



## TERRE

La Terre, abstraction faite des irrégularités de sa surface, est un sphéroïde entouré d'une atmosphère dont la hauteur dépasse 100<sup>km</sup>.

**Aplatissement.** — On a constaté, en mesurant des arcs de méridien à différentes latitudes, que la longueur de l'arc de 1° allait en croissant de l'équateur au pôle. La comparaison des longueurs du pendule à secondes, observées à différentes latitudes, conduit au même résultat. Le méridien terrestre est donc aplati vers les pôles. Cet aplatissement est dû à l'action de la force centrifuge qui, dans l'hypothèse de la fluidité primitive, tend à écarter les molécules terrestres de l'axe de rotation et qui, par suite, a produit le renflement équatorial.

En désignant par  $a$  le demi-grand axe, par  $b$  le demi-petit axe du méridien terrestre, l'aplatissement est représenté par  $\frac{a-b}{a}$ .

**Dimensions.** — On sait que les premières données sérieuses ont été fournies par les mesures d'arcs de méridien, entreprises au XVIII<sup>e</sup> siècle par les astronomes français (méridienne de France, mesurée à plusieurs reprises; arcs du Péron et de la Laponie). Mais les procédés ont été sans cesse perfectionnés et les matériaux que les géodésiens ont réunis depuis le commencement du XIX<sup>e</sup> siècle offrent une précision de plus en plus grande. La plupart des pays de l'Europe ont participé à ce mouvement, l'Amérique, l'Afrique et l'Asie elles-mêmes s'y sont associées. On dispose aujourd'hui d'un certain nombre d'arcs de méridien ou de parallèle d'une amplitude considérable. Ce sont, pour ne citer que les plus importants, et en commençant par les arcs de méridien :

L'arc anglo-français, qui, de Laghouat aux Shetland, embrasse maintenant  $28^{\circ}$  de latitude;

L'arc russe, qui a  $25^{\circ}$ , du Danube à l'océan Glacial;

L'arc indien, qui a  $24^{\circ}$ , entre les latitudes de  $8^{\circ}$  et de  $32^{\circ}$  N;

Les arcs américains, les uns déjà terminés, les autres en cours d'exécution (un arc de méridien, un arc de parallèle transcontinental, à la latitude  $39^{\circ}$ , qui embrasse  $49^{\circ}$  de longitude; l'arc oriental oblique, qui s'étend du Canada au golfe du Mexique; l'arc occidental oblique, en Californie);

L'arc de parallèle qui traverse l'Hindoustan à la latitude de  $24^{\circ}$ ;

L'arc de parallèle qui traverse l'Europe, de Valentinia à Omsk, par  $52^{\circ}$  de latitude (il embrasse  $69^{\circ}$  de longitude qui valent  $42^{\circ}$  de latitude);

L'arc africain que les Anglais se proposent d'étendre du Cap jusqu'au Caire.

A ces données s'ajoute maintenant l'arc de Quito, qui a été mesuré tout récemment par les officiers français chargés de la revision de l'arc du Pérou, tandis qu'une mission russo-suédoise mesurait un arc au Spitzberg, qui doit remplacer celui de la Laponie.

En attendant que ces vastes réseaux aient pu être soumis à une discussion d'ensemble, nous possédons les résultats obtenus par divers géomètres qui ont tenté de déterminer les éléments de l'ellipsoïde terrestre en combinant entre elles quelques-unes des mesures d'arcs qu'ils avaient à leur disposition.

Voici les déterminations les plus connues ( $a$  rayon de l'équateur,  $b$  rayon du pôle) :

| Auteur           | Rayon $a$    | Rayon $b$    | Aplatissement |
|------------------|--------------|--------------|---------------|
|                  | <sup>m</sup> | <sup>m</sup> |               |
| Bessel (1841) .. | 6 377 397    | 6 356 079    | 1 : 299       |
| Clarke (1880) .. | 6 378 249    | 6 356 515    | 1 : 293,5     |
| Faye (1880) ...  | 6 378 393    | 6 356 549    | 1 : 292       |
| Harkness (1891). | 6 377 972    | 6 356 727    | 1 : 300       |

Les valeurs de l'aplatissement qu'on obtient par diverses combinaisons d'arcs, ou par la discussion de parties différentes du même arc, sont parfois assez discordantes.

Les observations du pendule donneraient, d'après M. Helmert, 1 : 298.

En adoptant les valeurs données par M. Faye, on trouve :

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Quart du méridien elliptique ....                             | 10 002 008 <sup>m</sup> |
| Longueur moyenne de l'arc de 1°<br>du méridien. ....          | 111 133 <sup>m</sup> ,4 |
| Circonférence équatoriale ....                                | 40 076 625 <sup>m</sup> |
| Superficie en kilomètres carrés...                            | 510 082 000             |
| Volume en millions de kilomè-<br>tres cubes. ....             | 1083 260                |
| Rayon d'une sphère ayant le<br>même volume que la Terre....   | 6 371 103 <sup>m</sup>  |
| Rayon d'une sphère ayant la<br>même surface que la Terre. ... | 6 371 109 <sup>m</sup>  |

**Définition du mètre.** — Le mètre est la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. A l'époque où fut promulguée la loi qui créait le système métrique, l'ensemble des mesures géodésiques donnait pour le mètre la valeur 3<sup>e</sup> 11<sup>1</sup>, 296, ou 443<sup>1</sup>, 296 en prenant pour unité la toise dite *toise du Pérou* employée par Delambre et Méchain dans la mesure du méridien, à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. C'est cette valeur que les législateurs avaient alors adoptée pour la longueur du mètre légal. D'après les mesures géodésiques modernes, la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre est plus grande que le mètre, tel qu'il est défini plus haut, d'environ 0<sup>m</sup>, 0002.

Le *mètre légal* est la longueur, à la température de, zéro degré centigrade, du prototype interna-

tional, en Platine-Iridié, sanctionné par la Conférence générale des Poids et Mesures, tenue à Paris en 1889 et qui est déposé au Pavillon de Breteuil, à Sèvres. La copie n° 8 de ce prototype international, déposée aux Archives nationales, est l'étalon légal pour la France. Ce nouvel étalon diffère très peu de l'ancien.

**Gravité, pesanteur.** — En vertu de la loi connue de l'attraction ou de la gravitation universelle, deux corps quelconques exercent l'un sur l'autre une attraction directement proportionnelle aux masses de ces corps et en raison inverse du carré de leur distance. Par suite, la masse terrestre exerce sur tous les corps de sa surface une attraction qui est la cause de la chute des corps. Dans le vide, tous les corps, quelle que soit leur densité, tombent avec la même vitesse uniformément accélérée.

La valeur de l'accélération par seconde, à Paris, réduite au vide et au niveau de la mer, a été trouvée égale à  $g^m$ , 81.

Cette accélération, qui représente la pesanteur apparente, varie suivant les lieux, pour deux raisons : d'abord, parce que la pesanteur  $g$  est la résultante de la gravité  $G$ , qui provient de l'attraction terrestre et de la force centrifuge produite par la rotation diurne; ensuite, parce que la Terre est un sphéroïde aplati.

L'observation, d'accord avec la théorie, a montré que l'intensité de la pesanteur va en croissant de l'équateur vers les pôles, et que l'accroissement est proportionnel au carré du sinus de la latitude.

Pour mesurer les variations de la pesanteur à la surface du globe, on emploie de préférence le pendule à secondes. En effet, la durée d'oscillation  $T$  d'un pendule de longueur  $L$  étant liée à l'intensité  $g$

par la relation

$$T^2 = \pi^2 \frac{L}{g},$$

on voit qu'il suffit de mesurer  $T$  pour obtenir  $g$ . En faisant  $T = 1$ , on trouve  $l = \frac{g}{\pi^2}$  pour la longueur du pendule à secondes.

Dans un lieu dont la latitude est  $\lambda$ , on a :

$$l = 0^m,99098 (1 + 0,005300 \sin^2 \lambda),$$

$$g = 9^m,7806 (1 + 0,005300 \sin^2 \lambda),$$

ou bien

$$l = 0^m,99361 - 0^m,002626 \cos 2\lambda,$$

$$g = 9^m,8065 - 0^m,02592 \cos 2\lambda.$$

De ces formules on déduit les nombres suivants :

| Latitude | Longueur<br>du pendule<br>à secondes | Intensité<br>de<br>la pesanteur |
|----------|--------------------------------------|---------------------------------|
| 0        | m                                    | m                               |
| 0.....   | 0,99098                              | 9,7806                          |
| 45.....  | 0,99361                              | 9,8065                          |
| 90.....  | 0,99624                              | 9,8324                          |

Pour Paris, on trouve

$$48^\circ 50', 2. \dots \quad 0,99396 \quad 9,8100$$

Ces expressions de  $l$  et de  $g$ , qui résultent de la discussion d'un très grand nombre d'observations du pendule, ont été établies en réduisant préalablement les observations au niveau de la mer. La réduction se fait en tenant compte de l'altitude et aussi de l'attraction exercée par les masses interposées entre la station et la surface de niveau zéro.

**Variation avec l'altitude.** — L'intensité de l'attraction terrestre, étant en raison inverse du carré

de la distance au centre, diminue à mesure qu'on s'élève, et la diminution qui correspond à l'altitude  $h$  est représentée par le facteur  $\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$ , en désignant par  $R$  le rayon de la Terre. La réduction au niveau de la mer s'obtient donc en multipliant par  $\left(1 + \frac{2h}{R}\right)$ .

Ce raisonnement suppose que l'observateur s'élève librement dans l'atmosphère, par exemple en ballon; mais le plus souvent il ne quitte pas le sol, il s'établit sur un plateau, sur une montagne, ou dans une île, et il faut tenir compte des masses dont l'attraction peut renforcer l'intensité normale de la pesanteur.

D'après Bouguer, l'attraction d'un plateau ou d'un continent s'obtient en multipliant  $g$  par le facteur  $\frac{3}{2} f \frac{h}{R}$ , où  $f$  est le rapport de la densité des couches superficielles à la densité moyenne de la Terre, qui ne diffère pas beaucoup de 5,5. Il s'ensuit qu'il faut, dans le facteur de réduction, remplacer le terme  $\frac{2h}{R}$  par  $\frac{2h}{R} \left(1 - \frac{3}{4} f\right)$ . En prenant, tour à tour,  $f = 0,4$  et  $f = 0,5$ , on trouve que cela revient à multiplier la correction  $\frac{2h}{R}$  par 0,7 ou 0,6. C'est le premier de ces deux nombres qui s'accorde le mieux avec les observations modernes.

Il faut enfin corriger la valeur observée de  $g$  des attractions dites *topographiques*, causées par les creux et les reliefs du terrain où se trouve la station. En appliquant ces diverses corrections, on trouve finalement

$$g = g_{\text{obs.}} \left(1 + 0,7 \frac{2h}{R}\right) - \text{attr. top.}$$

Il faut, toutefois, faire remarquer que, dans beaucoup de cas, ainsi qu'on l'a constaté dans l'Inde anglaise et ailleurs, la formule de Bouguer donne des valeurs trop faibles, et que les observations sont mieux représentées si l'on supprime la correction qui dépend de  $f$ , en conservant simplement le terme  $\frac{2h}{R}$ . Les choses se passent comme si l'attraction des massifs visibles était compensée par un déficit souterrain. Sans invoquer l'existence de vastes cavités, on peut expliquer cette compensation, plus ou moins complète, en admettant, avec Airy, que les massifs flottent sur une couche liquide ou plastique, plus dense, où ils enfoncent par leur base, de manière à réaliser un équilibre *isostatique*.

**Variation avec la profondeur.** — L'attraction d'une sphère homogène (ou formée de couches homogènes) sur un point intérieur, situé à la distance  $r$  du centre, se réduit à l'attraction du noyau sphérique du rayon  $r$  : il s'ensuit qu'elle est proportionnelle à  $r$  et à la densité moyenne de ce noyau. Dans l'hypothèse d'une densité constante, elle est simplement proportionnelle à  $r$ , et elle diminue de la surface au centre.

Si la Terre était homogène, l'intensité de la pesanteur, dans les mines profondes, serait donc plus faible qu'à la surface. C'est le contraire qui s'observe. Airy a constaté, dans les mines de Harton (385<sup>m</sup>), que le pendule y faisait, en 24 heures, au moins 2 oscillations de plus. Des observations analogues ont été faites dans d'autres mines. On peut en conclure que la densité de la Terre va en augmentant de la surface au centre.

La loi hypothétique

$$D = 10 - 7,5 r^2$$

( $D$  densité,  $r$  distance au centre, en fraction du rayon terrestre) donnerait, pour la gravité  $g'$  à la distance  $r$ ,

$$g' = g(1,82r - 0,82r^3).$$

D'après cette formule, on aurait  $g' = g$  pour  $r = 1$  et pour  $r = 0,71$  (à la surface et à la profondeur 0,29) avec un maximum pour  $r = 0,86$  (profondeur 0,14), où la pesanteur s'est accrue d'environ  $\frac{1}{4}$  pour 100; elle diminue ensuite jusqu'au centre, où elle est nulle.

**Densité de la Terre.** — La mesure directe de l'attraction qui s'exerce entre deux masses de poids connu à une distance déterminée a permis de calculer, par une simple proportion, la masse de la Terre; car le poids d'une masse donnée est l'attraction qu'exerce la Terre sur ce corps, à une distance égale au rayon terrestre. L'expérience a été faite par Cavendish, en 1798, et répétée plus tard par d'autres physiciens (Reich, Baily, Cornu et Baille, Jolly, Poynting, Richarz, Wilsing, Boys, Braun), soit avec la balance de torsion, soit avec la balance ordinaire, à fléau horizontal ou vertical. La discussion des résultats donne, pour la *densité moyenne* de la Terre, rapportée à l'eau, un chiffre voisin de 5,50; en d'autres termes, la masse de la Terre équivaut à celle d'une sphère homogène de même dimension, dont la densité serait 5,5.

On a aussi tenté d'évaluer la masse de la Terre en mesurant la déviation du fil à plomb ou la variation du pendule, causées par l'attraction des montagnes; mais cette méthode ne donne pas de bons résultats, à cause de la difficulté de connaître exactement la structure des couches superficielles.

La densité des roches composant la croûte terrestre est voisine de 2,5; c'est à peine la moitié de



la densité moyenne de la Terre. Il faut donc que la partie intérieure du globe soit composée de matières très lourdes, et au centre la densité devient probablement 10 ou 11, approchant de celle du plomb. On a proposé diverses formules pour représenter la loi de ces densités; l'une des plus simples est celle dont la forme a été indiquée par E. Roche, et qui peut s'écrire

$$D = 10 - 7,5 r^2,$$

en désignant par  $r$  la distance au centre, exprimée en fraction du rayon terrestre. Les coefficients numériques peuvent être déterminés approximativement par la considération de certains phénomènes, tels que la précession des équinoxes, en ayant égard à ce fait, aujourd'hui bien établi, que la Terre n'est pas un corps absolument rigide, mais qu'elle a seulement la rigidité de l'acier.

D'après la formule, la densité serait 2,5 à la surface et 10,0 au centre, la densité moyenne étant 5,5. On peut alors se demander si le noyau intérieur est solide ou liquide. Mais la température et la pression augmentent d'une manière si prodigieuse, de la surface au centre, qu'on ne sait plus comment définir l'état de la matière soumise à de telles forces, les lois connues, qui reposent sur des expériences de laboratoire, étant à peine applicables aux conditions excessives qu'on rencontre ici.

## COORDONNÉES TERRESTRES.

La position d'un point à la surface de la Terre se détermine à l'aide de trois éléments : *longitude*, *latitude*, *altitude*.

**Longitude.** — Angle formé par le méridien d'un lieu avec un méridien pris pour origine, appelé *premier méridien*.

Pour obtenir la longitude, il suffit de connaître la différence des heures locales marquées au même instant physique par deux pendules établies dans les deux stations. Dans la pratique, il suffit de déterminer la différence de longitude entre le lieu considéré et un autre dont la longitude, par rapport au premier méridien, est bien connue.

Les astronomes et les géodésiens obtiennent l'élément cherché par l'échange de signaux électriques dont on marque les époques de départ et d'arrivée aux deux stations. Une méthode, surtout en usage chez les marins, consiste à comparer l'heure locale avec celle d'un chronomètre bien réglé sur l'heure d'un méridien connu.

On peut encore obtenir la longitude par l'observation des distances lunaires et de divers phénomènes : éclipses, occultations, etc. La comparaison de l'heure de l'observation avec celle fournie par les éphémérides astronomiques donne la longitude.

Sur la plupart des cartes géographiques la longitude est comptée en degrés, de  $0^{\circ}$  à  $180^{\circ}$ , vers l'E. ou l'O., à partir du méridien national. Sur la Carte de l'État-Major français, elle est comptée en degrés et en grades.

**Latitude.** — La latitude *géographique* est l'angle formé par la verticale d'un lieu avec le plan de l'équateur <sup>(1)</sup>. Si l'on suppose la Terre sphérique on peut aussi dire que la latitude est égale à l'arc de méridien compris entre l'équateur et le lieu considéré.

Les astronomes et les géodésiens déterminent la latitude en observant, dans un vertical donné et surtout dans le méridien, les hauteurs au-dessus de l'horizon d'étoiles dont la déclinaison est connue; pour la mesure des différences en latitude de deux lieux, les géodésiens emploient aussi des triangulations. Pour obtenir la latitude, les marins observent des hauteurs du Soleil ou de l'étoile polaire.

Il existe parfois des écarts sensibles entre la latitude d'un lieu conclue par des triangulations et celle observée astronomiquement. Ces écarts proviennent de la déviation de la verticale causée par des attractions locales.

**Altitude.** — Hauteur d'un lieu au-dessus du niveau moyen de la mer. Les altitudes se déterminent par des nivellements géométriques ou géodésiques, par des mesures prises à l'aide du théodolite ou par l'emploi du baromètre.

---

(1) Dans certains calculs on est amené à employer la *latitude géocentrique*, c'est-à-dire l'angle formé avec l'équateur par la ligne qui joint le centre de la Terre au lieu considéré. La latitude géocentrique est plus petite que la latitude géographique; la différence, nulle aux pôles et à l'équateur, atteint son maximum vers le parallèle moyen. En adoptant  $\frac{1}{293}$  pour valeur de l'aplatissement terrestre, on trouve que ce maximum ne saurait dépasser 12'. Si l'on suppose la Terre sphérique, les deux latitudes géographique et géocentrique se confondent.

**POSITIONS**  
des observatoires astronomiques  
et météorologiques français.

| NOM                                    | LATITUDE<br>boréale | LONGITUDE    | ALTI-<br>TUDE |
|--|---------------------|--------------|---------------|
|  |                     |              | <sup>m</sup>  |
| Abbadia .....                          | 43°.22'.52"         | 4°. 5'.15" O | 69            |
| Alger (Observatoire)....               | 36.47.50            | 0.41.54 E    | 342           |
| Alger (Hôtel de Ville)....             | 36.47               | 0.44. E      | 38,5          |
| Bagnères-de-Bigorre.....               | 43. 4               | 2.11. O      | 547           |
| Besançon.....                          | 47.14.59            | 3.39. 2 E    | 312           |
| Bordeaux.....                          | 44.50. 7            | 2.51.37 O    | 73            |
| Brest (Ob. de la Marine) ..            | 48.23.32            | 6.49.50 O    | 41            |
| Dunkerque (service du port).           | 51. 3               | 0. 2 E       | 6,9           |
| Juvisy .....                           | 48.41.37            | 0. 2 0 E     | 83            |
| Lorient (Ob. de la Marine) ..          | 47.45               | 5.52 O       | 26            |
| Lyon.....                              | 45.41.41            | 2.26.54 E    | 299           |
| Marseille (Nouv. Observ.)..            | 43.18.19            | 3. 3.24 E    | 75            |
| Meudon.....                            | 48.48.18            | 0. 6.21 O    | 162           |
| Mont Mounier (signal) ...              | 44. 9.18            | 4.38. 8 E    | 2740          |
| Mont Ventoux.....                      | 44.17               | 2.56 E       | 1900          |
| Nantes.....                            | 47.15               | 3.54 O       | 41,4          |
| Nice .....                             | 43.43.19            | 4.57.48 E    | 378           |
| Parc Saint-Maur.....                   | 48.48.34            | 0. 9.23 E    | 49,3          |
| Paris (Observatoire)....               | 48.50.11            | 0. 0. 0      | 60,7*         |
| Paris (Montsouris).....                | 48.49.18            | 0. 0. 5 O    | 77            |
| Perpignan.....                         | 42.42               | 0.33 E       | 31,7          |
| Pic-du-Midi.....                       | 42.56.17            | 2.11.48 O    | 2877          |
| Puy-de-Dôme(plaine)....                | 45.46               | 0.45 E       | 388           |
| » (sommet)....                         | 45.46.28            | 0.37 47 E    | 1467          |
| Rochefort (Obs. de la<br>Marine) ..... | 45.57               | 3.18 O       | 8,9           |
| St <sup>e</sup> -Honorine-du-Fay.....  | 49. 5               | 2.50 O       | 118,3         |
| Toulon (Ob. de la Marine) ..           | 43. 7.37            | 3.35.12 E    | 37            |
| Toulouse.....                          | 43.36.45            | 0.52.45 O    | 194           |

(\*) Repère de la porte d'entrée (façade nord).

## TABLEAU

des longueurs d'arcs de méridien et de parallèle  
à différentes latitudes.

| DIVISION SEXAGÉSIMALE  |                       |                        | DIVISION DÉCIMALE      |                                   |                                    |
|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| LATITUDES<br>en degrés | MÉRIDIEN<br>Arc de 1° | PARALLÈLE<br>Arc de 1° | LATITUDES<br>en grades | MÉRIDIEN<br>Arc de 1 <sup>G</sup> | PARALLÈLE<br>Arc de 1 <sup>G</sup> |
| 0°                     | <sup>m</sup> 110563   | <sup>m</sup> 111324    | 0                      | <sup>m</sup> 99508                | <sup>m</sup> 100189                |
| 5                      | 110571                | 110903                 | 5                      | 99514                             | 99883                              |
| 10                     | 110597                | 109644                 | 10                     | 99533                             | 98964                              |
| 15                     | 110639                | 107555                 | 15                     | 99563                             | 97439                              |
| 20                     | 110696                | 104652                 | 20                     | 99605                             | 95317                              |
| 25                     | 110766                | 100955                 | 25                     | 99657                             | 92609                              |
| 30                     | 110847                | 96492                  | 30                     | 99717                             | 89332                              |
| 35                     | 110937                | 91294                  | 35                     | 99786                             | 85505                              |
| 40                     | 111033                | 85400                  | 40                     | 99860                             | 81150                              |
| 45                     | 111132                | 78853                  | 45                     | 99938                             | 76294                              |
| 50                     | 111232                | 71702                  | 50                     | 100018                            | 70965                              |
| 55                     | 111328                | 64000                  | 55                     | 100098                            | 65196                              |
| 60                     | 111419                | 55805                  | 60                     | 100176                            | 59021                              |
| 65                     | 111501                | 47180                  | 65                     | 100251                            | 52479                              |
| 70                     | 111572                | 38190                  | 70                     | 100319                            | 45608                              |
| 75                     | 111629                | 28905                  | 75                     | 100381                            | 38453                              |
| 80                     | 111672                | 19396                  | 80                     | 100433                            | 31056                              |
| 85                     | 111698                | 9736                   | 85                     | 100476                            | 23464                              |
| 90                     | 111707                | 0                      | 90                     | 100507                            | 15725                              |
|                        |                       |                        | 95                     | 100526                            | 7888                               |
|                        |                       |                        | 100                    | 100532                            | 0                                  |

## CONVERSION DES DEGRÉS EN GRADES

| DEGRÉS | GRADES                | DEGRÉS | GRADES                  | MINUTES | GRADES                 |
|--------|-----------------------|--------|-------------------------|---------|------------------------|
| 1°     | <sup>G</sup> 1,111111 | 140°   | <sup>G</sup> 155,555556 | 1'      | <sup>G</sup> 0,0185185 |
| 2      | 2,222222              | 150    | 166,666667              | 2       | 0,0370370              |
| 3      | 3,333333              | 160    | 177,777778              | 3       | 0,0555556              |
| 4      | 4,444444              | 170    | 188,888889              | 4       | 0,0740741              |
| 5      | 5,555556              | 180    | 200,000000              | 5       | 0,0925926              |
| 6      | 6,666667              | 190    | 211,111111              | 6       | 0,1111111              |
| 7      | 7,777778              | 200    | 222,222222              | 7       | 0,1296296              |
| 8      | 8,888889              | 210    | 233,333333              | 8       | 0,1481481              |
| 9      | 10,000000             | 220    | 244,444444              | 9       | 0,1666667              |
| 10     | 11,111111             | 230    | 255,555556              | 10      | 0,1851852              |
|        |                       | 240    | 266,666667              |         |                        |
| 20     | 22,222222             | 250    | 277,777778              | SEC.    | GRADES                 |
| 30     | 33,333333             | 260    | 288,888889              |         | <sup>G</sup>           |
| 40     | 44,444444             | 270    | 300,000000              | 1"      | 0,0003086              |
| 50     | 55,555556             | 280    | 311,111111              | 2       | 0,0006173              |
| 60     | 66,666667             | 290    | 322,222222              | 3       | 0,0009259              |
| 70     | 77,777778             | 300    | 333,333333              | 4       | 0,0012346              |
| 80     | 88,888889             | 310    | 344,444444              | 5       | 0,0015432              |
| 90     | 100,000000            | 320    | 355,555556              | 6       | 0,0018518              |
| 100    | 111,111111            | 330    | 366,666667              | 7       | 0,0021605              |
| 110    | 122,222222            | 340    | 377,777778              | 8       | 0,0024691              |
| 120    | 133,333333            | 350    | 388,888889              | 9       | 0,0027778              |
| 130    | 144,444444            | 360    | 400,000000              | 10      | 0,0030864              |

## CONVERSION DES GRADES EN DEGRÉS

| GRADES       | DIVISION<br>sexagésimale | MINUTES<br>décimales | DIVISION<br>sexagésimale. | SECONDES<br>décimales | DIVISION<br>sexagésimale. |
|--------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| <sup>G</sup> |                          |                      |                           |                       |                           |
| 1            | 0°.54'                   | 1'                   | 0.32,4                    | 1"                    | 0",324                    |
| 2            | 1.48                     | 2                    | 1. 4,8                    | 2                     | 0,648                     |
| 3            | 2.42                     | 3                    | 1.37,2                    | 3                     | 0,972                     |
| 4            | 3.36                     | 4                    | 2. 9,6                    | 4                     | 1,296                     |
| 5            | 4.30                     | 5                    | 2.42,0                    | 5                     | 1,620                     |
| 6            | 5.24                     | 6                    | 3.14,4                    | 6                     | 1,944                     |
| 7            | 6.18                     | 7                    | 3.46,8                    | 7                     | 2,268                     |
| 8            | 7.12                     | 8                    | 4.19,2                    | 8                     | 2,592                     |
| 9            | 8. 6                     | 9                    | 4.51,6                    | 9                     | 2,916                     |
| 10           | 9. 0                     | 10                   | 5.24,0                    | 10                    | 3,240                     |
| 20           | 18. 0                    | 20                   | 10.48,0                   | 20                    | 6,480                     |
| 30           | 27. 0                    | 30                   | 16.12,0                   | 30                    | 9,720                     |
| 40           | 36. 0                    | 40                   | 21.36,0                   | 40                    | 12,960                    |
| 50           | 45. 0                    | 50                   | 27. 0,0                   | 50                    | 16,200                    |
| 60           | 54. 0                    | 60                   | 32.24,0                   | 60                    | 19,440                    |
| 70           | 63. 0                    | 70                   | 37.48,0                   | 70                    | 22,680                    |
| 80           | 72. 0                    | 80                   | 43.12,0                   | 80                    | 25,920                    |
| 90           | 81. 0                    | 90                   | 48.36,0                   | 90                    | 29,160                    |
| 100          | 90. 0                    | 100                  | 54. 0,0                   | 100                   | 32,400                    |
| 200          | 180. 0                   |                      |                           |                       |                           |
| 300          | 270. 0                   |                      |                           |                       |                           |
| 400          | 360. 0                   |                      |                           |                       |                           |

## CONVERSION

du temps en parties de l'Équateur.

| HEURES | DEGRÉS | m. | Degr. min. |      | m. | Degr. min. |      | Dix.<br>de<br>seconde | Secon-<br>des<br>d'arc |
|--------|--------|----|------------|------|----|------------|------|-----------------------|------------------------|
|        |        | s. | min.       | sec. | s. | min.       | sec. |                       |                        |
| h      |        |    |            |      |    |            |      | s                     |                        |
| 1      | 15°    | 1  | 0.15       |      | 31 | 7.45       |      | 0,1                   | 1,50                   |
| 2      | 30     | 2  | 0.30       |      | 32 | 8. 0       |      | 0,2                   | 3,00                   |
| 3      | 45     | 3  | 0.45       |      | 33 | 8.15       |      | 0,3                   | 4,50                   |
| 4      | 60     | 4  | 1. 0       |      | 34 | 8.30       |      | 0,4                   | 6,00                   |
| 5      | 75     | 5  | 1.15       |      | 35 | 8.45       |      | 0,5                   | 7,50                   |
| 6      | 90     | 6  | 1.30       |      | 36 | 9. 0       |      | 0,6                   | 9,00                   |
| 7      | 105    | 7. | 1.45       |      | 37 | 9.15       |      | 0,7                   | 10,50                  |
| 8      | 120    | 8  | 2. 0       |      | 38 | 9.30       |      | 0,8                   | 12,00                  |
| 9      | 135    | 9  | 2.15       |      | 39 | 9.45       |      | 0,9                   | 13,50                  |
| 10     | 150    | 10 | 2.30       |      | 40 | 10. 0      |      | 1,0                   | 15,00                  |
| 11     | 165    | 11 | 2.45       |      | 41 | 10.15      |      |                       |                        |
| 12     | 180    | 12 | 3. 0       |      | 42 | 10.30      |      | Cent. de              | Sec.                   |
| 13     | 195    | 13 | 3.15       |      | 43 | 10.45      |      | seconde               | d'arc                  |
| 14     | 210    | 14 | 3.30       |      | 44 | 11. 0      |      | s                     | "                      |
| 15     | 225    | 15 | 3.45       |      | 45 | 11.15      |      | 0,01                  | 0,15                   |
| 16     | 240    | 16 | 4. 0       |      | 46 | 11.30      |      | 0,02                  | 0,30                   |
| 17     | 255    | 17 | 4.15       |      | 47 | 11.45      |      | 0,03                  | 0,45                   |
| 18     | 270    | 18 | 4.30       |      | 48 | 12. 0      |      | 0,04                  | 0,60                   |
| 19     | 285    | 19 | 4.45       |      | 49 | 12.15      |      | 0,05                  | 0,75                   |
| 20     | 300    | 20 | 5. 0       |      | 50 | 12.30      |      | 0,06                  | 0,90                   |
| 21     | 315    | 21 | 5.15       |      | 51 | 12.45      |      | 0,07                  | 1,05                   |
| 22     | 330    | 22 | 5.30       |      | 52 | 13. 0      |      | 0,08                  | 1,20                   |
| 23     | 345    | 23 | 5.45       |      | 53 | 13.15      |      | 0,09                  | 1,35                   |
| 24     | 360    | 24 | 6. 0       |      | 54 | 13.30      |      | 0,10                  | 1,50                   |
|        |        | 25 | 6.15       |      | 55 | 13.45      |      |                       |                        |
|        |        | 26 | 6.30       |      | 56 | 14. 0      |      |                       |                        |
|        |        | 27 | 6.45       |      | 57 | 14.15      |      |                       |                        |
|        |        | 28 | 7. 0       |      | 58 | 14.30      |      |                       |                        |
|        |        | 29 | 7.15       |      | 59 | 14.45      |      |                       |                        |
|        |        | 30 | 7.30       |      | 60 | 15. 0      |      |                       |                        |



## CONVERSION

en temps des parties de l'Équateur.

| Degrés | h. m. | Degrés | h. m. | Degrés | h. m.                     | Sec.                        | Secondes                                      |
|--------|-------|--------|-------|--------|---------------------------|-----------------------------|---|
| min.   | m. s. | min.   | m. s. |        |                           | d'arc                       | de temps                                      |
|        |       |        |       |        | <sup>h</sup> <sup>m</sup> | <sup>"</sup>                | <sup>s</sup>                                  |
| 1      | 0. 4  | 31     | 2. 4  | 70°    | 4.40                      | 1                           | 0,067   |
| 2      | 0 8   | 32     | 2. 8  | 80     | 5.20                      | 2                           | 0,133   |
| 3      | 0.12  | 33     | 2.12  | 90     | 6. 0                      | 3                           | 0,200   |
| 4      | 0.16  | 34     | 2.16  | 100    | 6.40                      | 4                           | 0,267   |
| 5      | 0.20  | 35     | 2.20  | 110    | 7.20                      | 5                           | 0,333   |
| 6      | 0.24  | 36     | 2.24  | 120    | 8. 0                      | 6                           | 0,400   |
| 7      | 0.28  | 37     | 2.28  | 130    | 8.40                      | 7                           | 0,467   |
| 8      | 0.32  | 38     | 2.32  | 140    | 9.20                      | 8                           | 0,533   |
| 9      | 0.36  | 39     | 2.36  | 150    | 10. 0                     | 9                           | 0,600   |
| 10     | 0.40  | 40     | 2.40  | 160    | 10.40                     | 10                          | 0,667   |
| 11     | 0.44  | 41     | 2.44  | 170    | 11.20                     | 20                          | 1,333   |
| 12     | 0.48  | 42     | 2.48  | 180    | 12. 0                     | 30                          | 2,000   |
| 13     | 0.52  | 43     | 2.52  | 190    | 12.40                     | 40                          | 2,667   |
| 14     | 0.56  | 44     | 2.56  | 200    | 13.20                     | 50                          | 3,333   |
| 15     | 1. 0  | 45     | 3. 0  | 210    | 14. 0                     | 60                          | 4,000   |
| 16     | 1. 4  | 46     | 3. 4  | 220    | 14.40                     | Dix.<br>de<br>sec.<br>d'arc | Fractions<br>décimales<br>de sec.<br>de temps |
| 17     | 1. 8  | 47     | 3. 8  | 230    | 15.20                     |                             |   |
| 18     | 1.12  | 48     | 3.12  | 240    | 16. 0                     |                             |   |
| 19     | 1.16  | 49     | 3.16  | 250    | 16.40                     |                             |   |
| 20     | 1.20  | 50     | 3.20  | 260    | 17.20                     |                             |   |
| 21     | 1 24  | 51     | 3.24  | 270    | 18. 0                     | 0,1                         | 0,007   |
| 22     | 1.28  | 52     | 3.28  | 280    | 18.40                     | 0,2                         | 0,013   |
| 23     | 1.32  | 53     | 3.32  | 290    | 19.20                     | 0,3                         | 0,020   |
| 24     | 1.36  | 54     | 3.36  | 300    | 20. 0                     | 0,4                         | 0,027   |
| 25     | 1.40  | 55     | 3.40  | 310    | 20.40                     | 0,5                         | 0,033   |
| 26     | 1.44  | 56     | 3.44  | 320    | 21.20                     | 0,6                         | 0,040   |
| 27     | 1.48  | 57     | 3.48  | 330    | 22. 0                     | 0,7                         | 0,047   |
| 28     | 1.52  | 58     | 3.52  | 340    | 22.40                     | 0,8                         | 0,053   |
| 29     | 1.56  | 59     | 3.56  | 350    | 23.20                     | 0,9                         | 0,060   |
| 30     | 2. 0  | 60     | 4. 0  | 360    | 24. 0                     | 1,0                         | 0,067   |

## Variation de la température.

*Dans l'atmosphère.* — On admet généralement que la température de l'air décroît en moyenne de  $1^{\circ}$  par  $180^m$  d'élévation (ou de  $5^{\circ},6$  par  $1000^m$ ); mais ce chiffre varie avec le climat, avec la saison, avec l'heure de la journée et l'état du ciel; il diffère aussi selon qu'il a été obtenu en ballon ou sur une montagne.

On constate parfois, dans les couches basses, un décroissement initial très rapide, de plus de  $10^{\circ}$  pour  $1000^m$ , à partir du sol, et d'autres fois un décroissement très lent qui peut même devenir négatif, de sorte qu'il y a inversion ou renversement des températures, les couches inférieures étant plus froides que celles au-dessus. Ce phénomène, fréquent au printemps, amène ces gelées tardives si désastreuses pour l'agriculture.

Depuis quelques années, les ascensions aérostatiques, les ballons-sondes et les cerfs-volants ont beaucoup contribué à éclaircir cette question de la distribution des températures dans l'atmosphère.

Les stations météorologiques qui se chargent des sondages aériens (Blue-Hill, Trappes, Halde, Tegel, etc.) ont fourni de précieux renseignements, confirmant ceux qu'on avait déjà tirés des observations recueillies au sommet de la tour Eiffel. On a pu ainsi étudier le décroissement de la température jusqu'à des altitudes de  $16^{km}$ .

Les séries très nombreuses qui ont été discutées par M. Teisserenc de Bort prouvent que, dans les couches basses, le décroissement est, en général, très faible, surtout pendant la nuit, et que l'inversion s'y produit d'une manière assez régulière.

Dans les couches comprises entre  $5^{km}$  et  $11^{km}$ , le

décroissement est, au contraire, très rapide; au-dessus, on rencontre une zone où la température cesse de décroître et qui semble s'étendre au moins jusqu'à 16<sup>km</sup>. Dans cette région le froid est très vif, la température s'éloigne peu de 60° au-dessous de zéro. Il est à présumer qu'ensuite elle recommence à baisser, et que la baisse ne s'arrête plus qu'à la limite de l'atmosphère, où elle atteint peut-être le zéro absolu.

*Dans le sol.* — La température des couches terrestres reste constante toute l'année à une certaine profondeur. D'après M. Becquerel, au Jardin des Plantes de Paris, cette constance se manifeste à 31<sup>m</sup> au-dessous du sol. Ce chiffre varie suivant les climats; il est très faible dans les régions intertropicales.

Au-dessous de cette couche insensible au cours des saisons, la température croît à mesure qu'on s'enfonce dans les profondeurs de la Terre. Cet accroissement est variable en raison de la conductibilité des roches traversées, de l'action de l'air sur les éléments qui les composent, et aussi des infiltrations des eaux de la surface.

En Europe, on admettait autrefois 31<sup>m</sup> pour l'épaisseur moyenne des couches du sol correspondant à une élévation de 1°. Ce chiffre a été trouvé de 42<sup>m</sup> et de 55<sup>m</sup> dans les mines de Saxe, de 86<sup>m</sup> dans le district de Minas Gerães, au Brésil.

D'après des recherches plus récentes, on peut le fixer à 23<sup>m</sup> pour les mines métalliques, à 27<sup>m</sup> pour les mines de charbon et les eaux artésiennes, mais les sondages n'ont pas encore dépassé la profondeur de 2000<sup>m</sup>.

*Dans la mer.* — La température de la mer décroît à partir de la surface. A l'équateur, dans l'océan

Atlantique, on trouve  $26^{\circ}$  à la surface,  $10^{\circ}$  à  $500^{\text{m}}$ , et au fond, à  $5000^{\text{m}}$ , à peu près  $0^{\circ}$ .

On ne saurait établir une loi de la variation de la température avec la profondeur; mais on peut noter que, dans les eaux en communication directe avec les mers polaires, la température est d'environ  $4^{\circ}$  à  $1000^{\text{m}}$  de profondeur.

Les mers fermées se comportent différemment; ainsi la Méditerranée a une température variable à la surface selon les saisons; mais au-dessous de  $200^{\text{m}}$ , et jusqu'au fond, c'est-à-dire à plus de  $2000^{\text{m}}$ , la température reste constante et est d'environ  $13^{\circ}$ . Cette température est celle de la surface en hiver, dans une partie de son étendue. Le fond de la Méditerranée est plus chaud de  $10^{\circ}$  que celui situé à la même profondeur dans l'océan Atlantique.

La température du fond des lacs très profonds est constante et d'environ  $5^{\circ}$ . On sait que l'eau douce a un maximum de densité à  $4^{\circ}$ , tandis que pour l'eau de mer ce maximum descend au-dessous de  $0^{\circ}$ .

## RÉFRACTION.

On donne ce nom à la déviation dans le plan vertical que l'atmosphère fait subir à la direction des rayons lumineux. L'effet de la réfraction est de faire paraître les objets plus élevés qu'ils ne le sont réellement au-dessus du plan de l'horizon.

Les Tables suivantes ont été calculées d'après les formules de Laplace par M. Caillet. On a adopté, comme Laplace, la constante  $\alpha = 60'',616$ , que Delambre a déduite d'un grand nombre d'observations astronomiques. Des déterminations récentes ont toutefois donné, pour cette constante, des valeurs plus faibles (en moyenne  $60'',15$ ), qui conduiraient à diminuer un peu les réfractions calculées.

La Table I donne, pour la température de  $10^{\circ}$  C. et pour la pression barométrique  $0^m,76$ , des réfractions moyennes dont les navigateurs peuvent souvent se contenter.

La Table II donne les facteurs relatifs aux hauteurs du baromètre et du thermomètre, par le produit desquels on doit multiplier la réfraction moyenne pour avoir la réfraction qui répond réellement à la pression et à la température de l'air au moment de l'observation.

*Exemple.*—Hauteur observée  $3^{\circ}45'18''$  ou  $3^{\circ}45',3$ ; baromètre  $0^m,741$ ; thermomètre cent.  $+9^{\circ},25$ .

La Table I donne : réfraction moyenne

Pour  $3^{\circ}45',3$ .....  $12'23'',07 = 743'',07$

La Table II donne :

|                           |                 |            |         |
|---------------------------|-----------------|------------|---------|
| Baromètre.....            | $0^m,741$       | Facteur... | $0,975$ |
| Thermomètre.....          | $+9^{\circ},25$ | Facteur... | $1,003$ |
| Produit des facteurs..... |                 |            | $0,978$ |

d'où  $12'23'',07 \times 0,978 = 12'6'',72$ .

TABLE I.

Réfraction pour baromètre 0<sup>m</sup>,760 et thermomètre centigrade + 10°.

| HAUTEUR<br>apparente | RÉFRACTION | HAUTEUR<br>apparente | RÉFRACTION | HAUTEUR<br>apparente | RÉFRACTION | HAUTEUR<br>apparente | RÉFRACTION |
|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|
| 0. 0                 | 33'.47",9  | 4. 30                | 10'.47",3  | 9. 0                 | 5'.53",7   | 13. 30               | 3'.58"     |
| 10                   | 31.55,2    | 40                   | 10.28,9    | 10                   | 5.47,6     | 40                   | 3.55       |
| 20                   | 30.10,4    | 50                   | 10.11,4    | 20                   | 5.41,7     | 50                   | 3.52       |
| 30                   | 28.33,2    | 5. 0                 | 9.54,8     | 30                   | 5.36,0     | 14. 0                | 3.50       |
| 40                   | 27. 3,1    | 10                   | 9.39,0     | 40                   | 5.30,5     | 15. 0                | 3.34       |
| 50                   | 25.39,6    | 20                   | 9.23,9     | 50                   | 5.25,2     | 16. 0                | 3.20       |
| 1. 0                 | 24.22,3    | 30                   | 9. 9,6     | 10. 0                | 5.20,0     | 17. 0                | 3. 8       |
| 10                   | 23.10,7    | 40                   | 8.55,9     | 10                   | 5.15,0     | 18. 0                | 2.57       |
| 20                   | 22. 4,3    | 50                   | 8.42,8     | 20                   | 5.10,1     | 19. 0                | 2.47       |
| 30                   | 21. 2,7    | 6. 0                 | 8.30,3     | 30                   | 5. 5,4     | 20. 0                | 2.38       |
| 40                   | 20. 5,6    | 10                   | 8.18,3     | 40                   | 5. 0,8     | 21. 0                | 2.30       |
| 50                   | 19.12,5    | 20                   | 8. 6,9     | 50                   | 4.56,3     | 22. 0                | 2.23       |
| 2. 0                 | 18.23,1    | 30                   | 7.55,9     | 11. 0                | 4.51,9     | 23. 0                | 2.16       |
| 10                   | 17.37,1    | 40                   | 7.45,4     | 10                   | 4.47,7     | 24. 0                | 2.10       |
| 20                   | 16.54,2    | 50                   | 7.35,3     | 20                   | 4.43,5     | 25. 0                | 2. 4       |
| 30                   | 16.14,1    | 7. 0                 | 7.25,6     | 30                   | 4.39,5     | 26. 0                | 1.50       |
| 40                   | 15.36,7    | 10                   | 7.16,3     | 40                   | 4.35,6     | 27. 0                | 1.52       |
| 50                   | 15. 1,6    | 20                   | 7. 7,3     | 50                   | 4.31,8     | 28. 0                | 1.49       |
| 3. 0                 | 14.28,7    | 30                   | 6.58,7     | 12. 0                | 4.28,1     | 29. 0                | 1.42       |
| 10                   | 13.57,9    | 40                   | 6.50,4     | 10                   | 4.24,5     | 30. 0                | 1.40       |
| 20                   | 13.28,9    | 50                   | 6.42,4     | 20                   | 4.20,9     | 31. 0                | 1.30       |
| 30                   | 13. 1,6    | 8. 0                 | 6.34,7     | 30                   | 4.17,5     | 32. 0                | 1.30       |
| 40                   | 12.35,9    | 10                   | 6.27,2     | 40                   | 4.14,1     | 33. 0                | 1.20       |
| 50                   | 12.11,7    | 20                   | 6.20,1     | 50                   | 4.10,9     | 34. 0                | 1.20       |
| 4. 0                 | 11.48,8    | 30                   | 6.13,1     | 13. 0                | 4. 7,7     | 35. 0                | 1.2        |
| 10                   | 11.27,2    | 40                   | 6. 6,4     | 10                   | 4. 4,5     | 36. 0                | 1.2        |
| 20                   | 11. 6,7    | 50                   | 5.59,9     | 20                   | 4. 1,5     | 37. 0                | 1.1        |
| 30                   | 10.47,3    | 9. 0                 | 5.53,7     | 30                   | 3.58,5     | 38. 0                | 1.1        |

**TABLE I (suite).****Réfraction**

barom. 0<sup>m</sup>,760 et therm.  
centigrade + 10°.

| HAUTEUR<br>apparente | RÉFRACTION | HAUTEUR<br>apparente | RÉFRACTION |
|----------------------|------------|----------------------|------------|
| 38°                  | 1. 14,5    | 64°                  | 28,4       |
| 39                   | 1. 11,9    | 65                   | 27,2       |
| 40                   | 1. 9,4     | 66                   | 26,0       |
| 41                   | 1. 7,0     | 67                   | 24,8       |
| 42                   | 1. 4,7     | 68                   | 23,6       |
| 43                   | 1. 2,5     | 69                   | 22,4       |
| 44                   | 1. 0,3     | 70                   | 21,2       |
| 45                   | 0.58,3     | 71                   | 20,1       |
| 46                   | 0.56,3     | 72                   | 18,9       |
| 47                   | 0.54,3     | 73                   | 17,8       |
| 48                   | 0.52,5     | 74                   | 16,7       |
| 49                   | 0.50,7     | 75                   | 15,6       |
| 50                   | 0.48,9     | 76                   | 14,5       |
| 51                   | 0.47,2     | 77                   | 13,5       |
| 52                   | 0.45,5     | 78                   | 12,4       |
| 53                   | 0.43,9     | 79                   | 11,3       |
| 54                   | 0.42,3     | 80                   | 10,3       |
| 55                   | 0.40,8     | 81                   | 9,2        |
| 56                   | 0.39,3     | 82                   | 8,2        |
| 57                   | 0.37,9     | 83                   | 7,2        |
| 58                   | 0.36,4     | 84                   | 6,1        |
| 59                   | 0.35,0     | 85                   | 5,1        |
| 60                   | 0.33,7     | 86                   | 4,1        |
| 61                   | 0.32,3     | 87                   | 3,1        |
| 62                   | 0.31,0     | 88                   | 2,0        |
| 63                   | 0.29,7     | 89                   | 1,0        |
| 64                   | 0.28,4     | 90                   | 0,0        |

**TABLE II.****Corrections des réfractions  
moyennes.**

| BAROMÈTRE | FACTEUR | THERMO-<br>MÈTRE<br>centigrade | FACTEUR |
|-----------|---------|--------------------------------|---------|
| 630       | 0,829   | -30°                           | 1,172   |
| 640       | 0,842   | 25                             | 1,148   |
| 650       | 0,855   | 20                             | 1,125   |
| 660       | 0,868   | 15                             | 1,102   |
| 670       | 0,882   | 10                             | 1,080   |
| 680       | 0,895   | - 5                            | 1,059   |
| 690       | 0,908   | 0                              | 1,039   |
| 700       | 0,921   | + 5                            | 1,019   |
| 710       | 0,934   | 10                             | 1,000   |
| 720       | 0,947   | 15                             | 0,982   |
| 730       | 0,961   | 20                             | 0,964   |
| 740       | 0,974   | 25                             | 0,947   |
| 750       | 0,987   | 30                             | 0,931   |
| 760       | 1,000   | 35                             | 0,915   |
| 770       | 1,013   | 40                             | 0,899   |
| 780       | 1,026   | 45                             | 0,884   |
| 790       | 1,040   | +50                            | 0,870   |

## MARÉES.

Les eaux de l'Océan s'élèvent et s'abaissent sur nos côtes, en produisant deux hautes ou pleines mers et deux basses mers, dans le temps qui s'écoule entre deux passages consécutifs de la Lune au méridien. Le temps compris entre deux passages consécutifs étant en moyenne de  $24^{\text{h}}50^{\text{m}},5$ , le retard moyen des marées d'un jour à l'autre est de  $50^{\text{m}},5$  et l'intervalle moyen entre deux pleines mers consécutives est de  $12^{\text{h}}25^{\text{m}}$ .

Dans les ports de la Manche et au fond des estuaires, la basse mer intermédiaire ne tient pas le milieu entre ces deux pleines mers; on a observé que la mer met un peu plus de temps à descendre qu'à monter; cette différence s'élève à  $2^{\text{h}}8^{\text{m}}$  au Havre; elle n'est que de  $16^{\text{m}}$  à Brest.

Ce sont les actions simultanées du Soleil et de la Lune qui produisent la marée observée. Chacun des astres donne naissance à un mouvement périodique du niveau de la mer, et ces deux oscillations se superposent exactement dans les ports situés auprès des mers profondes. Quand les astres sont en conjonction ou en opposition, l'amplitude totale est la somme des amplitudes partielles; ce sont les marées de vive eau ou de syzygie. Quand les astres sont en quadrature, l'amplitude totale est la différence des amplitudes partielles; les faibles marées qui se produisent alors sont dites *marées de quartier* ou de *morte eau*. La hauteur de la marée varie encore, quoique dans une plus faible mesure, avec les déclinaisons et les distances des deux astres à la Terre qui entraînent, d'une manière indépendante, des variations d'amplitude de chacun des mouvements composants.



On a remarqué que le rapport des amplitudes de la marée, qui se produit le même jour dans deux ports de nos côtes, était sensiblement constant; comme conséquence de ce fait, on obtiendra, dans tous les ports, le même rapport, en comparant l'amplitude de la marée, à un jour donné, avec celle qui correspond, dans le même port, à des conditions astronomiques déterminées. Ce rapport est dit *coefficient* de la marée, quand le terme de comparaison est deux fois l'unité de hauteur définie par la demi-amplitude de la marée qui se produit, les deux astres étant, lors de la syzygie, dans l'équateur et dans leurs moyennes distances à la Terre. Connaissant, à un jour donné, le coefficient de la marée, on trouvera la hauteur de la pleine mer au-dessus du niveau moyen, lequel varie très peu d'un jour à l'autre, en multipliant le coefficient par l'unité de hauteur du port considéré. Le chiffre obtenu sera aussi la quantité dont le niveau de la basse mer descendra au-dessous du niveau moyen.

Il est essentiel de remarquer que les notions simples ci-dessus ne sont applicables que pour les côtes d'Europe, et encore ne sont-elles qu'approchées. Partout ailleurs que sur ces côtes, il se produit une inégalité diurne très notable, provenant de la superposition d'un mouvement ondulatoire, ayant pour période un jour, au mouvement principal de période semi-diurne. Il arrive même que cette dernière période soit moins importante que la période diurne, et, dans ce cas, il peut ne se produire qu'une marée par jour.

Les Tables suivantes, communiquées par le Service hydrographique de la Marine, font connaître l'heure de la pleine mer et l'amplitude de la marée dans un certain nombre de ports des côtes d'Europe.

La Table A fournit pour chaque jour de l'année les heures, en *temps moyen civil de Paris*, des pleines mers successives de Brest et les coefficients correspondants de la marée.

La Table B indique, pour chaque port désigné, une correction, presque toujours positive et variable avec l'heure de Brest, à apporter à l'heure de la pleine mer de Brest, pour trouver l'heure correspondante de la pleine mer dans ce port.

On aura l'amplitude de la marée en multipliant les unités de hauteur, données dans la Table C, par le coefficient correspondant de Brest.

*Exemple :*

On demande l'heure et la hauteur de la marée, à Saint-Malo, le 13 mars 1910, au matin.

|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Table A : heure de Brest ..... | 5 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> |
| Table B : correction.....      | 2 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> |
|                                | <hr/>                          |
| Pleine mer.....                | 7 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> |

Coefficient : 1,13. Table C :  $u = 5^m, 67$ .

Demi-amplitude de la marée :  $1,13 \times 5,67 = 6^m, 41$ .

L'amplitude totale sera donc 12<sup>m</sup>,8.

Si, le même jour, on demande l'heure et la hauteur de la marée à Sheerness, il faudra recourir à la marée du 12 au matin, à Brest, pour laquelle on trouve :

|                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Table A : heure de Brest..... | 4 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> |
| Table B : correction .....    | 21 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> |
|                               | <hr/>                          |
| Pleine mer le 13 mars à.....  | 1 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> |

Coefficient : 1,10. Table C :  $u = 2^m, 64$ .

Demi-amplitude de la marée :  $1,10 \times 2,64 = 2^m, 90$ .

L'amplitude totale sera donc 5<sup>m</sup>,8.

TABLE A.

## JANVIER 1910

## TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS

| Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients |
|--|-------------------|--|-------------------|
| h m cent.                              |                   | h m cent.                              |                   |
| 7.42                                   | 62                | 20. 6                                  | 57                |
| 8.29                                   | 52                | 20.52                                  | 48                |
| 9.19                                   | 44                | 21.47                                  | 42                |
| 10.18                                  | 39                | 22.48                                  | 38                |
| 11.20                                  | 38                | 23.52                                  | 38                |
| .....                                  | .....             | 12.24                                  | 40                |
| 0.53                                   | 43                | 13.20                                  | 47                |
| 1.46                                   | 51                | 14.10                                  | 56                |
| 2.33                                   | 60                | 14.55                                  | 65                |
| 3.16                                   | 70                | 15.37                                  | 75                |
| 3.58                                   | 79                | 16.17                                  | 83                |
| 4.38                                   | 86                | 16.58                                  | 88                |
| 5.19                                   | 90                | 17.40                                  | 90                |
| 6. 0                                   | 90                | 18.22                                  | 89                |
| 6.43                                   | 87                | 19. 5                                  | 84                |
| 7.29                                   | 80                | 19.52                                  | 76                |
| 8.17                                   | 72                | 20.42                                  | 67                |
| 9.11                                   | 63                | 21.41                                  | 58                |
| 10.13                                  | 54                | 22.48                                  | 52                |
| 11.25                                  | 51                | .....                                  | .....             |
| 0. 1                                   | 51                | 12.38                                  | 53                |
| 1.13                                   | 56                | 13.45                                  | 60                |
| 2.17                                   | 65                | 14.46                                  | 70                |
| 3.13                                   | 74                | 15.38                                  | 78                |
| 4. 2                                   | 81                | 16.23                                  | 84                |
| 4.44                                   | 85                | 17. 5                                  | 86                |
| 5.25                                   | 86                | 17.44                                  | 85                |
| 6. 1                                   | 83                | 18.20                                  | 81                |
| 6.37                                   | 78                | 18.55                                  | 75                |
| 7.11                                   | 71                | 19.29                                  | 66                |
| 7.46                                   | 62                | 20. 5                                  | 57                |

## FÉVRIER 1910

## TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS

| Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients |
|--|-------------------|--|-------------------|
| h m cent.                              |                   | h m cent.                              |                   |
| 8.23                                   | 53                | 20.44                                  | 48                |
| 9. 7                                   | 44                | 21.33                                  | 41                |
| 10. 1                                  | 38                | 22.35                                  | 35                |
| 11.10                                  | 34                | 23.49                                  | 34                |
| .....                                  | .....             | 12.29                                  | 35                |
| 1. 4                                   | 40                | 13.37                                  | 46                |
| 2. 6                                   | 52                | 14.34                                  | 60                |
| 2.58                                   | 68                | 15.21                                  | 75                |
| 3.42                                   | 82                | 16. 4                                  | 88                |
| 4.25                                   | 93                | 16.45                                  | 98                |
| 5. 6                                   | 101               | 17.26                                  | 103               |
| 5.47                                   | 103               | 18. 7                                  | 103               |
| 6.28                                   | 101               | 18.49                                  | 98                |
| 7. 9                                   | 93                | 19.30                                  | 87                |
| 7.51                                   | 80                | 20.14                                  | 75                |
| 8.39                                   | 66                | 21. 7                                  | 60                |
| 9.36                                   | 54                | 22.12                                  | 48                |
| 10.52                                  | 45                | 23.36                                  | 43                |
| .....                                  | .....             | 12.21                                  | 43                |
| 1. 4                                   | 47                | 13.43                                  | 52                |
| 2.16                                   | 58                | 14.45                                  | 64                |
| 3.11                                   | 69                | 15.34                                  | 75                |
| 3.54                                   | 80                | 16.15                                  | 84                |
| 4.33                                   | 86                | 16.51                                  | 88                |
| 5. 8                                   | 88                | 17.23                                  | 88                |
| 5.38                                   | 87                | 17.55                                  | 85                |
| 6. 9                                   | 83                | 18.24                                  | 80                |
| 6.37                                   | 76                | 18.52                                  | 72                |

Les heures sont comptées de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

TABLE A (suite).

| MARS 1910                  |                               |       |              |       | AVRIL 1910                 |                               |       |              |       |       |
|----------------------------|-------------------------------|-------|--------------|-------|----------------------------|-------------------------------|-------|--------------|-------|-------|
| TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS |                               |       |              |       | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS |                               |       |              |       |       |
| Jours du mois              | Heures de la Pl. Mer de Brest |       | Coefficients |       | Jours du mois              | Heures de la Pl. Mer de Brest |       | Coefficients |       |       |
|                            | h                             | m     | cent.        | h     |                            | m                             | cent. | h            | m     | cent. |
| 1                          | 7.                            | 7     | 68           | 19.23 | 64                         | 1                             | 7.38  | 53           | 19.59 | 48    |
| 2                          | 7.                            | 38    | 60           | 19.56 | 55                         | 2                             | 8.22  | 44           | 20.50 | 36    |
| 3                          | 8.                            | 14    | 51           | 20.35 | 46                         | 3                             | 9.25  | 35           | 22. 9 | 32    |
| 4                          | 9.                            | 0     | 42           | 21.29 | 37                         | 4                             | 11. 2 | 32           | 23.51 | 36    |
| 5                          | 10.                           | 5     | 33           | 22.48 | 31                         | 5                             | ..... | .....        | 12.36 | 43    |
| 6                          | 11.                           | 38    | 31           | ..... | .....                      | 6                             | 1.13  | 51           | 13.43 | 61    |
| 7                          | 0.                            | 25    | 35           | 13. 6 | 42                         | 7                             | 2.10  | 69           | 14.34 | 78    |
| 8                          | 1.                            | 41    | 50           | 14.11 | 59                         | 8                             | 2.56  | 87           | 15.17 | 95    |
| 9                          | 2.                            | 37    | 68           | 15. 1 | 77                         | 9                             | 3.37  | 102          | 15.58 | 107   |
| 10                         | 3.                            | 23    | 85           | 15.44 | 93                         | 10                            | 4.18  | 111          | 16.38 | 113   |
| 11                         | 4.                            | 5     | 100          | 16.25 | 105                        | 11                            | 4.58  | 114          | 17.19 | 113   |
| 12                         | 4.                            | 45    | 110          | 17. 5 | 112                        | 12                            | 5.39  | 111          | 17.59 | 106   |
| 13                         | 5.                            | 25    | 113          | 17.45 | 112                        | 13                            | 6.21  | 100          | 18.43 | 98    |
| 14                         | 6.                            | 4     | 110          | 18.25 | 105                        | 14                            | 7. 4  | 85           | 19.28 | 77    |
| 15                         | 6.                            | 45    | 100          | 19. 4 | 93                         | 15                            | 7.54  | 68           | 20.23 | 60    |
| 16                         | 7.                            | 26    | 85           | 19.48 | 78                         | 16                            | 8.56  | 52           | 21.33 | 44    |
| 17                         | 8.                            | 13    | 69           | 20.39 | 61                         | 17                            | 10.19 | 40           | 23. 8 | 30    |
| 18                         | 9.                            | 11    | 53           | 21.48 | 46                         | 18                            | 11.56 | 40           | ..... | ..... |
| 19                         | 10.                           | 32    | 40           | 23.23 | 39                         | 19                            | 0.39  | 45           | 13.14 | 50    |
| 20                         | .....                         | ..... | .....        | 12.13 | 40                         | 20                            | 1.43  | 55           | 14. 9 | 61    |
| 21                         | 0.                            | 58    | 44           | 13.36 | 50                         | 21                            | 2.30  | 65           | 14.49 | 70    |
| 22                         | 2.                            | 7     | 55           | 14.34 | 62                         | 22                            | 3. 7  | 74           | 15.23 | 77    |
| 23                         | 2.                            | 57    | 68           | 15.17 | 73                         | 23                            | 3.40  | 80           | 15.55 | 82    |
| 24                         | 3.                            | 37    | 78           | 15.54 | 82                         | 24                            | 4.10  | 83           | 16.25 | 83    |
| 25                         | 4.                            | 11    | 86           | 16.26 | 87                         | 25                            | 4.40  | 83           | 16.54 | 83    |
| 26                         | 4.                            | 41    | 88           | 16.56 | 88                         | 26                            | 5. 7  | 81           | 17.22 | 79    |
| 27                         | 5.                            | 10    | 87           | 17.24 | 86                         | 27                            | 5.37  | 77           | 17.52 | 77    |
| 28                         | 5.                            | 38    | 84           | 17.52 | 81                         | 28                            | 6. 7  | 71           | 18.24 | 67    |
| 29                         | 6.                            | 6     | 78           | 18.19 | 74                         | 29                            | 6.39  | 63           | 18.58 | 56    |
| 30                         | 6.                            | 33    | 70           | 18.48 | 67                         | 30                            | 7.17  | 55           | 19.39 | 51    |
| 31                         | 7.                            | 4     | 63           | 19.21 | 58                         |                               |       |              |       |       |

. Les heures sont comptées de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

TABLE A (suite).

| MAI 1910      |  |                   |  |                   | JUIN 1910     |  |                   |  |                   |
|---------------|--|-------------------|--|-------------------|---------------|--|-------------------|--|-------------------|
| Jours du mois | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS             |                   |  |                   | Jours du mois | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS             |                   |  |                   |
|               | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients |               | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients |
|               | h m                                    | cent.             | h m                                    | cent.             |               | h m                                    | cent.             | h m                                    | cent.             |
| 1             | 8. 4                                   | 46                | 20.32                                  | 42                | 1             | 10. 8                                  | 48                | 22.46                                  | 49                |
| 2             | 9. 7                                   | 39                | 21.50                                  | 37                | 2             | 11.23                                  | 52                | 23.56                                  | 56                |
| 3             | 10.34                                  | 38                | 23.18                                  | 41                | 3             | .....                                  | .....             | 12.28                                  | 62                |
| 4             | .....                                  | .....             | 12. 2                                  | 47                | 4             | 0.57                                   | 67                | 13.24                                  | 73                |
| 5             | 0.37                                   | 54                | 13. 8                                  | 61                | 5             | 1.50                                   | 78                | 14.15                                  | 83                |
| 6             | 1.35                                   | 69                | 13.59                                  | 77                | 6             | 2.39                                   | 87                | 15. 4                                  | 91                |
| 7             | 2.23                                   | 85                | 14.45                                  | 92                | 7             | 3.27                                   | 94                | 15.51                                  | 96                |
| 8             | 3. 8                                   | 98                | 15.28                                  | 103               | 8             | 4.15                                   | 97                | 16.39                                  | 97                |
| 9             | 3.50                                   | 106               | 16.11                                  | 107               | 9             | 5. 4                                   | 96                | 17.29                                  | 93                |
| 10            | 4.33                                   | 107               | 16.56                                  | 106               | 10            | 5.53                                   | 90                | 18.17                                  | 86                |
| 11            | 5.18                                   | 104               | 17.40                                  | 100               | 11            | 6.40                                   | 81                | 19. 4                                  | 76                |
| 12            | 6. 4                                   | 95                | 18.28                                  | 89                | 12            | 7.30                                   | 71                | 19.55                                  | 66                |
| 13            | 6.51                                   | 83                | 19.15                                  | 76                | 13            | 8.23                                   | 60                | 20.51                                  | 55                |
| 14            | 7.42                                   | 69                | 20.10                                  | 61                | 14            | 9.22                                   | 51                | 21.53                                  | 48                |
| 15            | 8.42                                   | 55                | 21.18                                  | 49                | 15            | 10.26                                  | 46                | 22.59                                  | 45                |
| 16            | 9.58                                   | 45                | 22.38                                  | 43                | 16            | 11.31                                  | 44                | .....                                  | .....             |
| 17            | 11.19                                  | 43                | 23.56                                  | 44                | 17            | 0. 1                                   | 45                | 12.29                                  | 46                |
| 18            | .....                                  | .....             | 12.31                                  | 48                | 18            | 0.56                                   | 48                | 13.20                                  | 51                |
| 19            | 1. 0                                   | 51                | 13.25                                  | 55                | 19            | 1.44                                   | 53                | 14. 5                                  | 56                |
| 20            | 1.48                                   | 58                | 14. 8                                  | 61                | 20            | 2.27                                   | 59                | 14.46                                  | 62                |
| 21            | 2.27                                   | 65                | 14.45                                  | 68                | 21            | 3. 5                                   | 65                | 15.25                                  | 68                |
| 22            | 3. 3                                   | 71                | 15.20                                  | 73                | 22            | 3.43                                   | 71                | 16. 2                                  | 73                |
| 23            | 3.37                                   | 75                | 15.53                                  | 76                | 23            | 4.21                                   | 74                | 16.39                                  | 75                |
| 24            | 4. 9                                   | 77                | 16.25                                  | 77                | 24            | 4.58                                   | 76                | 17.16                                  | 76                |
| 25            | 4.41                                   | 77                | 16.57                                  | 76                | 25            | 5.36                                   | 76                | 17.56                                  | 75                |
| 26            | 5.14                                   | 75                | 17.32                                  | 73                | 26            | 6.15                                   | 73                | 18.35                                  | 72                |
| 27            | 5.48                                   | 71                | 18. 6                                  | 68                | 27            | 6.58                                   | 70                | 19.21                                  | 68                |
| 28            | 6.25                                   | 65                | 18.44                                  | 62                | 28            | 7.44                                   | 65                | 20.10                                  | 63                |
| 29            | 7. 6                                   | 59                | 19.30                                  | 56                | 29            | 8.37                                   | 61                | 21. 7                                  | 59                |
| 30            | 7.56                                   | 53                | 20.23                                  | 51                | 30            | 9.37                                   | 57                | 22. 9                                  | 56                |
| 31            | 8.56                                   | 49                | 21.31                                  | 48                |               |  |                   |  |                   |

Les heures sont comptées de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

TABLE A (suite).

| JUILLET 1910  |  |                   |  |                   | AOÛT 1910     |  |                   |  |                   |
|---------------|--|-------------------|--|-------------------|---------------|--|-------------------|--|-------------------|
| Jours du mois | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS             |                   |  |                   | Jours du mois | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS             |                   |  |                   |
|               | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients |               | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients |
|               | h m                                    | cent.             | h m                                    | cent.             |               | h m                                    | cent.             | h m                                    | cent.             |
| 1             | 10.42                                  | 55                | 23.15                                  | 56                | 1             | .....                                  | ....              | 12.31                                  | 53                |
| 2             | 11.48                                  | 58                | .....                                  | ....              | 2             | 1. 8                                   | 56                | 13.43                                  | 61                |
| 3             | 0.20                                   | 61                | 12.51                                  | 64                | 3             | 2.15                                   | 66                | 14.45                                  | 71                |
| 4             | 1.22                                   | 67                | 13.51                                  | 71                | 4             | 3.12                                   | 75                | 15.39                                  | 80                |
| 5             | 2.20                                   | 75                | 14.48                                  | 78                | 5             | 4. 3                                   | 84                | 16.26                                  | 87                |
| 6             | 3.16                                   | 82                | 15.41                                  | 85                | 6             | 4.47                                   | 89                | 17. 8                                  | 90                |
| 7             | 4. 7                                   | 87                | 16.31                                  | 89                | 7             | 5.28                                   | 90                | 17.48                                  | 89                |
| 8             | 4.56                                   | 89                | 17.20                                  | 89                | 8             | 6. 5                                   | 87                | 18.24                                  | 84                |
| 9             | 5.43                                   | 88                | 18. 5                                  | 86                | 9             | 6.41                                   | 81                | 18.59                                  | 77                |
| 10            | 6.26                                   | 83                | 18.48                                  | 79                | 10            | 7.16                                   | 72                | 19.33                                  | 67                |
| 11            | 7. 9                                   | 75                | 19.31                                  | 71                | 11            | 7.51                                   | 62                | 20.10                                  | 57                |
| 12            | 7.53                                   | 67                | 20.15                                  | 62                | 12            | 8.30                                   | 52                | 20.51                                  | 47                |
| 13            | 8.38                                   | 58                | 21. 1                                  | 53                | 13            | 9.16                                   | 43                | 21.44                                  | 39                |
| 14            | 9.26                                   | 49                | 21.54                                  | 45                | 14            | 10.17                                  | 36                | 22.52                                  | 33                |
| 15            | 10.23                                  | 42                | 22.53                                  | 40                | 15            | 11.30                                  | 32                | .....                                  | ....              |
| 16            | 11.24                                  | 39                | 23.54                                  | 39                | 16            | 0. 9                                   | 33                | 12.47                                  | 36                |
| 17            | .....                                  | ....              | 12.27                                  | 40                | 17            | 1.21                                   | 41                | 13.52                                  | 47                |
| 18            | 0.56                                   | 43                | 13.26                                  | 46                | 18            | 2.19                                   | 54                | 14.44                                  | 61                |
| 19            | 1.52                                   | 49                | 14.17                                  | 54                | 19            | 3. 6                                   | 67                | 15.28                                  | 74                |
| 20            | 2.40                                   | 58                | 15. 2                                  | 63                | 20            | 3.48                                   | 81                | 16. 8                                  | 87                |
| 21            | 3.24                                   | 67                | 15.44                                  | 72                | 21            | 4.28                                   | 92                | 16.47                                  | 96                |
| 22            | 4. 4                                   | 75                | 16.24                                  | 79                | 22            | 5. 6                                   | 100               | 17.25                                  | 102               |
| 23            | 4.43                                   | 82                | 17. 4                                  | 84                | 23            | 5.46                                   | 102               | 18. 4                                  | 101               |
| 24            | 5.24                                   | 86                | 17.44                                  | 87                | 24            | 6.23                                   | 98                | 18.43                                  | 95                |
| 25            | 6. 3                                   | 87                | 18.25                                  | 86                | 25            | 7. 2                                   | 90                | 19.24                                  | 85                |
| 26            | 6.45                                   | 85                | 19. 5                                  | 82                | 26            | 7.45                                   | 79                | 20. 8                                  | 72                |
| 27            | 7.27                                   | 79                | 19.50                                  | 75                | 27            | 8.33                                   | 66                | 21. 2                                  | 59                |
| 28            | 8.12                                   | 71                | 20.38                                  | 67                | 28            | 9.34                                   | 53                | 22.11                                  | 48                |
| 29            | 9. 4                                   | 63                | 21.33                                  | 59                | 29            | 10.55                                  | 45                | 23.40                                  | 44                |
| 30            | 10. 4                                  | 55                | 22.39                                  | 52                | 30            | .....                                  | ....              | 12.27                                  | 46                |
| 31            | 11.16                                  | 51                | 23.53                                  | 51                | 31            | 1. 9                                   | 50                | 13.45                                  | 56                |

Les heures sont comptées de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

TABLE A (suite).

| SEPTEMBRE 1910 |                               |                   |                               |                   | OCTOBRE 1910  |                               |                   |                               |                   |
|----------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|---------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| Jours du mois  | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS    |                   |                               |                   | Jours du mois | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS    |                   |                               |                   |
|                | Heures de la Pl. Mer de Brest | Coef-<br>ficients | Heures de la Pl. Mer de Brest | Coef-<br>ficients |               | Heures de la Pl. Mer de Brest | Coef-<br>ficients | Heures de la Pl. Mer de Brest | Coef-<br>ficients |
|                | h m                           | cent.             | h m                           | cent.             |               | h m                           | cent.             | h m                           | cent.             |
| 1              | 2.17                          | 62                | 14.45                         | 68                | 1             | 2.56                          | 75                | 15.15                         | 81                |
| 2              | 3.10                          | 74                | 15.31                         | 80                | 2             | 3.33                          | 85                | 15.50                         | 88                |
| 3              | 3.53                          | 84                | 16.12                         | 88                | 3             | 4. 6                          | 90                | 16.22                         | 91                |
| 4              | 4.31                          | 91                | 16.48                         | 92                | 4             | 4.37                          | 91                | 16.52                         | 89                |
| 5              | 5. 5                          | 92                | 17.22                         | 92                | 5             | 5. 6                          | 87                | 17.21                         | 85                |
| 6              | 5.38                          | 90                | 17.53                         | 87                | 6             | 5.34                          | 82                | 17.49                         | 79                |
| 7              | 6. 8                          | 83                | 18.23                         | 79                | 7             | 6. 2                          | 75                | 18.17                         | 70                |
| 8              | 6.37                          | 75                | 18.53                         | 70                | 8             | 6.32                          | 66                | 18.48                         | 61                |
| 9              | 7. 8                          | 65                | 19.25                         | 60                | 9             | 7. 3                          | 56                | 19.21                         | 51                |
| 10             | 7.41                          | 55                | 20. 0                         | 50                | 10            | 7.41                          | 46                | 20. 6                         | 41                |
| 11             | 8.20                          | 45                | 20.45                         | 40                | 11            | 8.33                          | 37                | 21.10                         | 33                |
| 12             | 9.15                          | 35                | 21.51                         | 31                | 12            | 9.55                          | 30                | 22.47                         | 30                |
| 13             | 10.36                         | 29                | 23.25                         | 29                | 13            | 11.38                         | 33                | .....                         | .....             |
| 14             | .....                         | .....             | 12.14                         | 31                | 14            | 0.22                          | 39                | 12.57                         | 47                |
| 15             | 0.54                          | 37                | 13.27                         | 46                | 15            | 1.27                          | 56                | 13.52                         | 65                |
| 16             | 1.57                          | 54                | 14.21                         | 63                | 16            | 2.14                          | 73                | 14.35                         | 82                |
| 17             | 2.45                          | 72                | 15. 6                         | 81                | 17            | 2.55                          | 91                | 15.15                         | 99                |
| 18             | 3.25                          | 88                | 15.45                         | 95                | 18            | 3.35                          | 105               | 15.53                         | 109               |
| 19             | 4. 4                          | 101               | 16.23                         | 105               | 19            | 4.13                          | 112               | 16.32                         | 113               |
| 20             | 4.42                          | 109               | 17. 1                         | 111               | 20            | 4.53                          | 113               | 17.12                         | 111               |
| 21             | 5.19                          | 111               | 17.39                         | 110               | 21            | 5.32                          | 107               | 17.55                         | 102               |
| 22             | 5.58                          | 107               | 18.17                         | 102               | 22            | 6.16                          | 96                | 18.38                         | 89                |
| 23             | 6.37                          | 96                | 18.59                         | 89                | 23            | 7. 1                          | 81                | 19.28                         | 73                |
| 24             | 7.20                          | 81                | 19.44                         | 74                | 24            | 7.57                          | 65                | 20.29                         | 57                |
| 25             | 8. 9                          | 65                | 20.40                         | 57                | 25            | 9. 7                          | 49                | 21.56                         | 44                |
| 26             | 9.15                          | 50                | 21.58                         | 44                | 26            | 10.40                         | 42                | 23.30                         | 43                |
| 27             | 10.48                         | 40                | 23.40                         | 41                | 27            | .....                         | .....             | 12.14                         | 46                |
| 28             | .....                         | .....             | 12.29                         | 45                | 28            | 0.50                          | 51                | 13.20                         | 56                |
| 29             | 1. 8                          | 51                | 13.42                         | 57                | 29            | 1.45                          | 61                | 14. 8                         | 67                |
| 30             | 2. 9                          | 63                | 14.34                         | 69                | 30            | 2.29                          | 72                | 14.47                         | 76                |
|                |                               |                   |                               |                   | 31            | 3. 4                          | 80                | 15.21                         | 82                |

Les heures sont comptées de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.

TABLE A (suite et fin).

| NOVEMBRE 1910 |  |                   |  |                   | DÉCEMBRE 1910 |  |                   |  |                   |
|---------------|--|-------------------|--|-------------------|---------------|--|-------------------|--|-------------------|
| Jours du mois | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS             |                   |  |                   | Jours du mois | TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS             |                   |  |                   |
|               | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients |               | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients | Heures<br>de la<br>Pl. Mer<br>de Brest | Coef-<br>ficients |
|               | h m                                    | cent.             | h m                                    | cent.             |               | h m                                    | cent.             | h m                                    | cent.             |
| 1             | 3.37                                   | 84                | 15.52                                  | 85                | ●             | 3.40                                   | 76                | 15.56                                  | 77                |
| 2             | 4. 7                                   | 85                | 16.22                                  | 84                | 2             | 4.12                                   | 77                | 16.28                                  | 77                |
| 3             | 4.36                                   | 83                | 16.51                                  | 81                | 3             | 4.44                                   | 76                | 17. 0                                  | 74                |
| 4             | 5. 5                                   | 78                | 17.20                                  | 76                | 4             | 5.17                                   | 72                | 17.34                                  | 70                |
| 5             | 5.36                                   | 73                | 17.51                                  | 69                | 5             | 5.52                                   | 67                | 18. 9                                  | 65                |
| 6             | 6. 6                                   | 66                | 18.23                                  | 62                | 6             | 6.28                                   | 62                | 18.48                                  | 59                |
| 7             | 6.40                                   | 58                | 18.59                                  | 54                | 7             | 7. 8                                   | 57                | 19.33                                  | 54                |
| 8             | 7.20                                   | 49                | 19.45                                  | 45                | 8             | 7.59                                   | 52                | 20.27                                  | 50                |
| 9             | 8.12                                   | 41                | 20.45                                  | 38                | 9             | 8.58                                   | 48                | 21.32                                  | 47                |
| 10            | 9.25                                   | 37                | 22. 9                                  | 37                | 10            | 10. 9                                  | 47                | 22.45                                  | 49                |
| 11            | 10.56                                  | 39                | 23.37                                  | 44                | 11            | 11.19                                  | 52                | 23.53                                  | 56                |
| 12            | .....                                  | ...               | 12.14                                  | 49                | 12            | .....                                  | ....              | 12.24                                  | 61                |
| 13            | 0.44                                   | 57                | 13.10                                  | 64                | 13            | 0.52                                   | 66                | 13.20                                  | 72                |
| 14            | 1.35                                   | 73                | 13.59                                  | 80                | 14            | 1.46                                   | 78                | 14.11                                  | 83                |
| 15            | 2.20                                   | 87                | 14.42                                  | 94                | 15            | 2.36                                   | 88                | 15. 1                                  | 92                |
| 16            | 3. 3                                   | 99                | 15.24                                  | 103               | ○             | 3.26                                   | 95                | 15.50                                  | 97                |
| 17            | 3.45                                   | 106               | 16. 7                                  | 107               | 17            | 4.15                                   | 99                | 16.40                                  | 99                |
| 18            | 4.30                                   | 107               | 16.53                                  | 106               | 18            | 5. 5                                   | 98                | 17.30                                  | 96                |
| 19            | 5.15                                   | 103               | 17.39                                  | 99                | 19            | 5.55                                   | 93                | 18.20                                  | 89                |
| 20            | 6. 3                                   | 94                | 18.28                                  | 88                | 20            | 6.44                                   | 84                | 19. 8                                  | 79                |
| 21            | 6.52                                   | 82                | 19.19                                  | 75                | 21            | 7.34                                   | 74                | 20. 0                                  | 69                |
| 22            | 7.48                                   | 68                | 20.18                                  | 61                | 22            | 8.28                                   | 64                | 20.56                                  | 59                |
| 23            | 8.54                                   | 55                | 21.31                                  | 51                | 23            | 9.26                                   | 55                | 21.57                                  | 51                |
| 24            | 10.12                                  | 47                | 22.53                                  | 46                | 24            | 10.30                                  | 48                | 23. 3                                  | 46                |
| 25            | 11.32                                  | 46                | .....                                  | ....              | 25            | 11.34                                  | 45                | .....                                  | ...               |
| 26            | 0. 7                                   | 49                | 12.37                                  | 52                | 26            | 0. 7                                   | 46                | 12.35                                  | 47                |
| 27            | 1. 4                                   | 55                | 13.29                                  | 59                | 27            | 1. 2                                   | 48                | 13.28                                  | 51                |
| 28            | 1.50                                   | 63                | 14.11                                  | 66                | 28            | 1.53                                   | 54                | 14.15                                  | 57                |
| 29            | 2.30                                   | 69                | 14.48                                  | 71                | 29            | 2.36                                   | 60                | 14.57                                  | 64                |
| 30            | 3. 6                                   | 73                | 15.23                                  | 75                | 30            | 3.17                                   | 66                | 15.36                                  | 68                |
|               |  |                   |  |                   | ●             | 3.54                                   | 70                | 16.13                                  | 72                |

Les heures sont comptées de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.



TABLE B.

| PORTS            | HEURES DE BREST<br>(TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS) |                                   |                                   |                                   |                                   |                                    |
|------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
|                  | 0 <sup>h</sup><br>12 <sup>h</sup>               | 2 <sup>h</sup><br>14 <sup>h</sup> | 4 <sup>h</sup><br>16 <sup>h</sup> | 6 <sup>h</sup><br>18 <sup>h</sup> | 8 <sup>h</sup><br>20 <sup>h</sup> | 10 <sup>h</sup><br>22 <sup>h</sup> |
|                  | h m   | h m                               | h m                               | h m                               | h m                               | h m                                |
| Boucaut.....     | + 0. 8  | - 0. 5                            | - 0. 6                            | - 0. 3                            | + 0. 4                            | + 0. 14                            |
| Cordonan.....    | - 0. 1  | - 0. 7                            | - 0. 7                            | - 0. 4                            | + 0. 10                           | + 0. 17                            |
| Ile d'Aix.....   | + 0. 26   | - 0. 2                            | - 0. 25                           | - 0. 42                           | - 0. 29                           | + 0. 33                            |
| La Rochelle...   | + 0. 31   | + 0. 2                            | - 0. 26                           | - 0. 38                           | - 0. 30                           | + 0. 40                            |
| Saint-Nazaire..  | + 0. 30   | + 0. 7                            | - 0. 12                           | - 0. 23                           | - 0. 28                           | + 0. 12                            |
| Port-Louis.....  | - 0. 8  | - 0. 14                           | - 0. 22                           | - 0. 22                           | - 0. 14                           | - 0. 10                            |
| Saint-Malo....   | + 1. 41   | + 2. 5                            | + 2. 16                           | + 2. 15                           | + 2. 8                            | + 1. 47                            |
| Cherbourg....    | + 4. 0  | + 3. 59                           | + 4. 2                            | + 4. 4                            | + 4. 2                            | + 4. 0                             |
| Le Havre.....    | + 5. 41   | + 5. 27                           | + 5. 11                           | + 5. 8                            | + 5. 19                           | + 5. 34                            |
| Fécamp.....      | + 6. 17   | + 6. 29                           | + 6. 41                           | + 6. 42                           | + 6. 37                           | + 6. 24                            |
| Dieppe.....      | + 6. 41   | + 6. 53                           | + 7. 0                            | + 6. 59                           | + 6. 53                           | + 6. 44                            |
| Boulogne.....    | + 7. 16   | + 7. 15                           | + 7. 17                           | + 7. 17                           | + 7. 13                           | + 7. 9                             |
| Calais.....      | + 7. 40   | + 7. 42                           | + 7. 38                           | + 7. 37                           | + 7. 38                           | + 7. 40                            |
| Dunkerque....    | + 8. 7  | + 8. 8                            | + 8. 1                            | + 7. 59                           | + 8. 1                            | + 8. 6                             |
| Queenstown...    | + 0. 32   | + 0. 37                           | + 0. 48                           | + 0. 53                           | + 0. 49                           | + 0. 40                            |
| Plymouth.....    | + 0. 57   | + 1. 9                            | + 1. 27                           | + 1. 28                           | + 1. 18                           | + 1. 4                             |
| Portsmouth...    | + 7. 21   | + 7. 25                           | + 7. 29                           | + 7. 35                           | + 7. 36                           | + 7. 30                            |
| Douvres.....     | + 6. 47   | + 6. 48                           | + 6. 59                           | + 7. 12                           | + 7. 18                           | + 7. 6                             |
| Sheerness.....   | + 21. 8   | + 21. 5                           | + 21. 5                           | + 21. 2                           | + 21. 8                           | + 21. 10                           |
| London.....      | + 22. 24  | + 22. 24                          | + 22. 24                          | + 22. 24                          | + 22. 27                          | + 22. 28                           |
| Harwich.....     | + 20. 17  | + 20. 18                          | + 20. 17                          | + 20. 20                          | + 20. 24                          | + 20. 20                           |
| Hull.....        | + 14. 42  | + 14. 35                          | + 14. 34                          | + 14. 38                          | + 14. 47                          | + 14. 55                           |
| Sunderland...    | + 11. 33  | + 11. 25                          | + 11. 25                          | + 11. 27                          | + 11. 40                          | + 11. 43                           |
| North Shields... | + 11. 47  | + 11. 35                          | + 11. 28                          | + 11. 31                          | + 11. 41                          | + 11. 55                           |
| Leith.....       | + 10. 40  | + 10. 30                          | + 10. 24                          | + 10. 26                          | + 10. 37                          | + 10. 48                           |
| Thurso.....      | + 4. 40   | + 4. 30                           | + 4. 14                           | + 4. 16                           | + 4. 30                           | + 4. 39                            |

TABLE B (suite).

| PORTS                            | HEURES DE DREST<br>(TEMPS MOYEN CIVIL DE PARIS) |                                   |                                   |                                   |                                   |                                    |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
|                                  | 0 <sup>h</sup><br>12 <sup>h</sup>               | 2 <sup>h</sup><br>14 <sup>h</sup> | 4 <sup>h</sup><br>16 <sup>h</sup> | 6 <sup>h</sup><br>18 <sup>h</sup> | 8 <sup>h</sup><br>20 <sup>h</sup> | 10 <sup>h</sup><br>22 <sup>h</sup> |
|                                  | h m   | h m                               | h m                               | h m                               | h m                               | h m                                |
| Greenock. ....                   | + 7.44  | + 7.47                            | + 7.52                            | + 8. 1                            | + 8. 0                            | + 7.54                             |
| Liverpool. ....                  | + 7.12  | + 7. 8                            | + 7. 8                            | + 7.12                            | + 7.11                            | + 7.12                             |
| Pembroke. ....                   | + 1.30  | + 1.41                            | + 2. 0                            | + 2. 1                            | + 1.59                            | + 1.40                             |
| Portishead. ....                 | + 2.29  | + 2.45                            | + 3. 0                            | + 3. 0                            | + 2.50                            | + 2.31                             |
| Holyhead. ....                   | + 6.15  | + 6. 5                            | + 6. 0                            | + 5.56                            | + 6.13                            | + 6.22                             |
| Kingstown. ....                  | + 7. 2  | + 6.57                            | + 6.58                            | + 7. 1                            | + 7.10                            | + 7.15                             |
| Belfast. ....                    | + 6.45  | + 6.38                            | + 6.34                            | + 6.37                            | + 6.54                            | + 6.57                             |
| Londonderry..                    | + 4.16  | + 3.50                            | + 3.49                            | + 3.44                            | + 4. 0                            | + 4.32                             |
| Sligo Bay. ....                  | + 1.22  | + 1. 8                            | + 1. 5                            | + 1. 6                            | + 1.14                            | + 1.30                             |
| Galway. ....                     | + 0.30  | + 0.24                            | + 0.24                            | + 0.26                            | + 0.36                            | + 0.38                             |
| Waterford. ...                   | + 0.42  | + 0.47                            | + 1.11                            | + 1.14                            | + 1. 5                            | + 0.56                             |
| Tonning (entr.<br>de l'Eider)..  | +21.55  | +22. 6                            | +22.18                            | +22.20                            | +22.10                            | +21.56                             |
| Hamburg (Elbe)..                 | +25.38  | +25.42                            | +25.53                            | +25.55                            | +25.52                            | +25.46                             |
| Brunshausen (Elbe)               | +24.20  | +24.28                            | +24.38                            | +24.38                            | +24.37                            | +24.27                             |
| Cuxhaven (entr.<br>de l'Elbe)... | +21.25  | +21.28                            | +21.35                            | +21.38                            | +21.37                            | +21.30                             |
| Bremerhaven<br>(Weser).....      | +21.30  | +21.41                            | +21.57                            | +22. 8                            | +21.58                            | +21.40                             |
| Wilhelmshaven<br>(Jade) .....    | +21.20  | +21.30                            | +21.43                            | +21.48                            | +21.38                            | +21.25                             |
| Emden (Ems)..                    | +20.47  | +21. 0                            | +21.10                            | +21.20                            | +21.17                            | +20.59                             |
| Ymuiden (canal<br>d'Amsterdam).. | +11.27  | +11.23                            | +11.16                            | +11.17                            | +11.25                            | +11.28                             |
| Hoek van Hol-<br>land (Meuse)..  | +10.36  | +10.34                            | +10.28                            | +10.30                            | +10.37                            | +10.33                             |

TABLE C.

| PORTS              | UNITÉS<br>de<br>hauteur | PORTS                                 | UNITÉS<br>de<br>hauteur |
|--------------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
|                    | mèt.                    |                                       | mèt.                    |
| Boucaut.....       | 2,00                    | Thurso.....                           | 2,17                    |
| Cordouan.....      | 2,36                    | Greenock.....                         | 1,59                    |
| Ile d'Aix.....     | 2,82                    | Liverpool.....                        | 4,53                    |
| La Rochelle.....   | 2,70                    | Pembroke.....                         | 3,71                    |
| Saint-Nazaire..... | 2,46                    | Portishead.....                       | 6,93                    |
| Port-Louis.....    | 2,38                    | Holyhead.....                         | 2,64                    |
| Brest.....         | 3,20                    | Kingstown.....                        | 1,81                    |
| Saint-Malo.....    | 5,67                    | Belfast.....                          | 1,57                    |
| Cherbourg.....     | 2,82                    | Londonderry.....                      | 1,26                    |
| Le Havre.....      | 3,50                    | Sligo bay.....                        | 1,84                    |
| Fécamp.....        | 3,65                    | Galway.....                           | 2,45                    |
| Dieppe.....        | 4,44                    | Waterford.....                        | 2,03                    |
| Boulogne.....      | 3,98                    | Tonning (entrée de<br>l'Eider).....   | 1,5                     |
| Calais.....        | 3,30                    | Hamburg (Elbe).....                   | 1,1                     |
| Dunkerque.....     | 2,70                    | Brunshausen (Elbe)..                  | 1,6                     |
| Queenstown.....    | 1,92                    | Cuxhaven (entrée de<br>l'Elbe).....   | 1,7                     |
| Plymouth.....      | 2,55                    | Bremerhaven (Weser)..                 | 2,0                     |
| Portsmouth.....    | 2,23                    | Wilhemshaven (Jade)..                 | 2,0                     |
| Douvres.....       | 3,08                    | Emden (Ems).....                      | 1,6                     |
| Sheerness.....     | 2,64                    | Ymuiden (canal d'Am-<br>sterdam)..... | 1,0                     |
| London.....        | 3,41                    | Hoek van Holland                      |                         |
| Harwich.....       | 1,90                    | (Mense).....                          | 1,0                     |
| Hull.....          | 3,44                    |                                       |                         |
| Sunderland.....    | 2,36                    |                                       |                         |
| North Shields..... | 2,42                    |                                       |                         |
| Leith.....         | 2,69                    |                                       |                         |

# GRANDES MARÉES DU GLOBE COMPARÉES

| LOCALITÉS   | AMPLITUDE                 |                             |
|---|---------------------------|-----------------------------|
|   | moyenne<br>en<br>vive eau | maximum<br>d'équi-<br>noxe. |
| Bassin des Mines (baie de Fundy), Canada...                   | m<br>15,4                 | m<br>19,6                   |
| Port Gallegos (Atlantique), Patagonie.....                    | 14,0                      | 18,0*                       |
| Portishead (mer d'Irlande), Angleterre.....                   | 12,8                      | 16,3                        |
| Entrée de la rivière Koksoak (détr. d'Hudson),<br>Canada..... | 11,7                      | 15,0                        |
| Granville (Manche), France.....                               | 11,5                      | 14,7                        |
| Rivière Fitzroy (océan Indien), Australie.....                | 11,0                      | 14,0*                       |
| Entrée de la rivière de Séoul (mer Jaune), Corée.             | 10,3                      | 13,2                        |
| Bhaunagar (golfe du Bengale), Hindoustan.....                 | 9,7                       | 12,4                        |
| Entrée du rio Colorado (golfe de Californie),<br>Mexique..... | 9,6*                      | 12,3*                       |
| Détroit de Thirsty (Pacifique), Australie.....                | 9,1*                      | 11,7*                       |
| Détroit de Haïtan (mer de Chine), Chine.....                  | 7,3                       | 9,3*                        |
| Ile Trek (mer Blanche), Russie.....                           | 6,1                       | 7,8                         |
| Majunga (océan Indien), Madagascar.....                       | 3,8                       | 4,9                         |
| La Luz (Atlantique), îles Canaries.....                       | 3,0                       | 3,9                         |
| Iles Lofoten (Atlantique), Norvège.....                       | 2,9                       | 3,7                         |
| Iles Alabat (mer de Chine), Philippines.....                  | 2,7                       | 3,5*                        |
| Baie de Suez (mer Rouge), Egypte.....                         | 2,1                       | 2,7*                        |
| Ile Fernando-Po (golfe de Guinée), Afrique....                | 2,1                       | 2,7                         |
| Gabès (Méditerranée), Tunisie.....                            | 1,8                       | 2,1                         |
| Fort Dauphin (Atlantique), Haïti.....                         | 1,7                       | 2,1                         |
| Iles Marquises (Pacifique), Océanie.....                      | 1,3                       | 1,7*                        |
| Pola (Adriatique), Autriche.....                              | 1,1                       | 1,4*                        |

\* Les chiffres marqués d'un astérisque ne sont qu'approximatifs.

## HEURE DE L'ARRIVÉE DU MASCARET

(Temps moyen civil de Paris, compté de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>.)

| 1910      |    | Coefficient<br>de la<br>marée | Quillebeuf | Villequier | Caudebec |
|-----------|----|-------------------------------|------------|------------|----------|
|           |    |                               | h m        | h m        | h m      |
| Mars      | 12 | 1,10                          | 8.23       | 9. 0       | 9. 9     |
|           | 12 | 1,12                          | 20.42      | 21.19      | 21.28    |
|           | 13 | 1,13                          | 9. 2       | 9.39       | 9.48     |
|           | 13 | 1,12                          | 21.22      | 21.59      | 22. 8    |
|           | 14 | 1,10                          | 9.42       | 10.19      | 10.28    |
| Avril     | 9  | 1,07                          | 19.39      | 20.16      | 20.25    |
|           | 10 | 1,11                          | 7.58       | 8.35       | 8.44     |
|           | 10 | 1,13                          | 20.16      | 20.53      | 21. 2    |
|           | 11 | 1,14                          | 8.35       | 9.12       | 9.21     |
|           | 11 | 1,13                          | 20.56      | 21.33      | 21.42    |
|           | 12 | 1,11                          | 9.16       | 9.53       | 10. 2    |
|           | 12 | 1,06                          | 21.37      | 22.14      | 22.23    |
| Mai       | 9  | 1,06                          | 7.32       | 8. 9       | 8.18     |
|           | 9  | 1,07                          | 19.51      | 20.28      | 20.37    |
|           | 10 | 1,07                          | 8.12       | 8.49       | 8.58     |
|           | 10 | 1,06                          | 20.34      | 21.11      | 21.20    |
| Septembre | 20 | 1,09                          | 8.20       | 8.57       | 9. 6     |
|           | 20 | 1,11                          | 20.38      | 21.15      | 21.24    |
|           | 21 | 1,11                          | 8.56       | 9.33       | 9.42     |
|           | 21 | 1,10                          | 21.16      | 21.53      | 22. 2    |
|           | 22 | 1,07                          | 9.36       | 10.13      | 10.22    |
| Octobre   | 18 | 1,09                          | 19.35      | 20.12      | 20.21    |
|           | 19 | 1,12                          | 7.53       | 8.30       | 8.39     |
|           | 19 | 1,13                          | 20.11      | 20.48      | 20.57    |
|           | 20 | 1,13                          | 8.31       | 9. 8       | 9.17     |
|           | 20 | 1,11                          | 20.49      | 21.26      | 21.35    |
| Novembre  | 21 | 1,07                          | 9.10       | 9.47       | 9.56     |
|           | 17 | 1,06                          | 7.28       | 8. 5       | 8.14     |
|           | 17 | 1,07                          | 19.48      | 20.25      | 20.34    |
|           | 18 | 1,07                          | 8. 9       | 8.46       | 8.55     |
|           | 18 | 1,06                          | 20.31      | 21. 8      | 21.17    |

Le mascaret est la montée subite des eaux qui se produit à l'embouchure de quelques fleuves les jours de grande marée ; elle est due à la faible profondeur de l'estuaire et à la forme du lit du fleuve. A Quillebeuf, la hauteur du mascaret est de 3<sup>m</sup> environ ; sa vitesse est de près de 8<sup>m</sup> par seconde. Le mascaret, très fort à Caudebec, cesse à peu de distance en amont.

TABLEAU DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DU SYSTÈME SOLAIRE

| NOMS<br>des planètes | MOYENS<br>mouvements<br>diurnes | DURÉES DES RÉVOLUTIONS SIDÉRALES |   | DISTANCES<br>moyennes<br>au Soleil | EXCENTRICITÉS |
|----------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|------------------------------------|---------------|
|                      |                                 | en années<br>sidérales           | en années juliennes<br>et en jours moyens |                                    |               |
| Mercure . . . . .    | 14732",4194                     | an<br>0,240843                   | 87,969258 <sup>j</sup>                    | 0,3870987                          | 0,2056048     |
| Vénus . . . . .      | 5767,6698                       | 0,615186                         | 224,700787                                | 0,7233322                          | 0,0068433     |
| La Terre . . . . .   | 3548,1927                       | 1,000000                         | 1 <sup>an</sup> . 0,006374                | 1,0000000                          | 0,0167711     |
| Mars . . . . .       | 1886,5184                       | 1,880832                         | 1... 321,729646                           | 1,5236913                          | 0,0932611     |
| Jupiter . . . . .    | 299,1284                        | 11,861965                        | 11... 314,838171                          | 5,202800                           | 0,0482519     |
| Saturne . . . . .    | 120,4547                        | 29,457176                        | 29... 166,986360                          | 9,538856                           | 0,0560713     |
| Uranus . . . . .     | 42,2310                         | 84,020233                        | 84... 7,39036                             | 19,18329                           | 0,0463414     |
| Neptune . . . . .    | 21,5350                         | 164,766895                       | 164... 280,11316                          | 30,05508                           | 0,0089646     |

La Terre : durée de l'année tropique = 365,2421996 jours; année julienne = 365,25 jours.

NOTA. Ces éléments sont extraits des *Annales de l'Observatoire de Paris*.

[ Suite. ]      **PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DU SYSTÈME SOLAIRE**

| NOMS DES PLANETES | LONGITUDES<br>des<br>périhélies | LONGITUDES<br>moyennes<br>au 1 <sup>er</sup> janvier 1850<br>à midi moyen | LONGITUDES<br>des<br>nœuds ascendants | INCLINAISONS |
|-------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|--------------|
|                   |                                 |   |                                       |              |
| Mercure.....      | 75. 7.14"                       | 327.15.20"  | 46.33. 9"                             | 0. 1. 8"     |
| Vénus.....        | 129.27.15                       | 245.33.15   | 75.19.52                              | 3.23.35      |
| La Terre.....     | 100.21.42                       | 100.47. 4   | 0. 0. 0                               | 0. 0. 0      |
| Mars.....         | 333.17.54                       | 83.40.31  | 48.23.53                              | 1.51. 2      |
| Jupiter.....      | 11.54.58                        | 160. 1.10   | 98.56.17                              | 1.18.41      |
| Saturne.....      | 90. 6.57                        | 14.52.28  | 112.20.53                             | 2.29.40      |
| Uranus.....       | 170.50. 7                       | 29.17.51  | 73.13.54                              | 0.46.20      |
| Neptune.....      | 45.59.43                        | 334.33.29   | 130. 6.25                             | 1.47. 2      |

NOTA. Les longitudes sont rapportées à l'équinoxe moyen du 1<sup>er</sup> janvier 1850.

# PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DU SYSTÈME SOLAIRE

| NOMS<br>des<br>planètes | DIAMÈTR.<br>équator.<br>à la<br>distance 1 | DIAMÈTR.<br>réels <sup>(1)</sup> | VOLUMES  | MASSES               |                     | DENSITÉ             |                  | PESANT.<br>à l'équa-<br>teur | DURÉE<br>de la<br>rotation |
|-------------------------|--|----------------------------------|----------|----------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------------------|----------------------------|
|                         |  |                                  |          | Le Soleil<br>étant 1 | La Terre<br>étant 1 | La Terre<br>étant 1 | L'eau<br>étant 1 |                              |                            |
| Mercure...              | 6,61                                       | 0,376                            | 0,053    | $\frac{1}{4300000}$  | 0,061               | 1,149               | 6,32             | 0,433                        | 88?                        |
| Vénus...                | 17,55                                      | 0,997                            | 0,997    | $\frac{1}{412150}$   | 0,787               | 0,791               | 4,35             | 0,791                        | 225?                       |
| Terre...                | 17,60                                      | 1                                | 1        | $\frac{1}{324439}$   | 1                   | 1                   | 5,50             | 1                            | 23.56.4                    |
| Mars...                 | 9,35                                       | 0,531                            | 0,150    | $\frac{1}{3693500}$  | 0,105               | 0,697               | 3,83             | 0,371                        | 24.37.23                   |
| Jupiter...              | 196,00                                     | 11,136                           | 1305,760 | $\frac{1}{1041,2}$   | 309,816             | 0,237               | 1,30             | 2,230                        | 9.55.37                    |
| Saturne...              | 164,77                                     | 9,362                            | 733,688  | $\frac{1}{3529,6}$   | 91,919              | 0,123               | 0,69             | 0,880                        | 10.14.24                   |
| Uranus...               | 75,02                                      | 4,263                            | 70,663   | $\frac{1}{24000}$    | 13,518              | 0,191               | 1,05             | 0,744                        | "                          |
| Neptune...              | 67,29                                      | 3,823                            | 56,087   | $\frac{1}{19100}$    | 16,469              | 0,294               | 1,62             | 1,127                        | "                          |
| Soleil....              | 32' 3", 64                                 | 109,298                          | 1310157  | 1                    | 324439              | 0,248               | 1,36             | 27,252                       | 25.                        |
| Lune.....               | 4", 8041                                   | 0,273                            | 0,020    | $\frac{1}{25858000}$ | 0,013               | 0,615               | 3,38             | 0,174                        | 27. 7.43.11                |

(<sup>1</sup>) La parallaxe solaire étant supposée égale à 8", 80.



## OBSERVATIONS SUR LES ÉLÉMENTS adoptés dans le Tableau précédent.

---

**Mercure.** — Le diamètre a été déterminé par Kaiser, la rotation par Schiaparelli. (l'année encore incertaine.) La masse est comprise entre  $\frac{1}{1000000}$  et  $\frac{1}{10000000}$ .

**Vénus.** — Le diamètre résulte de la discussion des observations modernes par Hartwig; la rotation a été déterminée par Schiaparelli. (Donnée très incertaine.)

**La Terre.** — La parallaxe du Soleil  $8'',86$ , d'après Le Verrier, résultait d'une nouvelle discussion (1864) des observations du passage de Venus sur le Soleil en 1769.

La discussion des observations des passages de Vénus en 1874 et 1882 indique que la valeur de la parallaxe est d'environ  $8'',80$ .

Cette dernière valeur a été adoptée pour les calculs des éphémérides astronomiques, par la Conférence internationale des étoiles fondamentales, réunie à Paris au mois de mai 1896.

**Mars.** — Le diamètre résulte de la discussion des observations modernes par Hartwig. Remarquons que la valeur  $11'',10$ , donnée par Le Verrier pour le diamètre, paraît répondre encore assez bien aux observations méridiennes. Les valeurs de l'aplatissement trouvées par les divers observateurs sont si différentes et dépassent si peu les erreurs possibles, que nous avons cru devoir négliger cet élément. La masse a été dé-

terminée par A. Hall au moyen de ses observations sur les satellites, la rotation par Schmidt.

**Jupiter.** — Le diamètre équatorial =  $196''{,}00$ , le diamètre polaire =  $184''{,}65$ , l'aplatissement  $\frac{1}{17{,}11}$  ont été déterminés par Kaiser, la rotation par Schmidt. La masse a été adoptée d'après les déterminations les plus récentes.

**Saturne.** — Le diamètre équatorial =  $164''{,}77$ , le diamètre polaire =  $146''{,}82$ , l'aplatissement  $\frac{1}{8{,}11}$  ont été déterminés par Kaiser, la rotation par A. Hall.

**Uranus.** — Le diamètre a été déterminé par Schiaparelli, qui trouve  $\frac{1}{11}$  pour son aplatissement.

**Neptune.** — Le diamètre a été déterminé par Lassell et Marth. La masse a été déduite par Newcomb au moyen des observations du satellite.

**Lune.** — Le diamètre, la parallaxe et la masse d'après Hansen. D'après Newcomb, la masse est  $\frac{1}{81{,}44}$  de celle de la Terre.

NOTA. — Les volumes des planètes ont été calculés en tenant compte de l'aplatissement lorsqu'il est sensible. Les masses des planètes sont celles adoptées par Le Verrier (*Ann. de l'Obs.*, t. XI, p. 3), à l'exception de Mars, de Jupiter et de Neptune. La pesanteur à l'équateur a été calculée pour chaque planète, en tenant compte de la force centrifuge, due à sa rotation. Il n'y a d'exception que pour *Uranus* et *Neptune*, dont on n'a pu encore observer la rotation.

## PLANÈTES TÉLESCOPIQUES

Le nombre des planètes télescopiques découvertes jusqu'au 1<sup>er</sup> août 1909 atteint environ 800.

Dans le Tableau suivant on a réuni les éléments des planètes ayant reçu un numéro définitif; elles sont au nombre de 659. A la suite on donne les éléments; encore incertains, d'un certain nombre d'astéroïdes auxquels il n'a pas été possible, jusqu'ici, d'attribuer un numéro définitif.

Suivant une convention des astronomes, les numéros attribués aux planètes ne correspondent pas exactement à l'ordre des découvertes, mais à l'ordre suivant lequel les planètes sont reconnues comme étant nouvelles.

Les planètes télescopiques sont comprises entre Mars et Jupiter; on peut cependant signaler les exceptions suivantes :

La planète 433 Éros, dont la distance moyenne au Soleil est  $\Delta = 1,46$ , circule entre Mars et la Terre.

Les deux planètes 588 Achille ( $\Delta = 5,25$ ) et 624 Hector ( $\Delta = 5,28$ ) gravitent au-delà de Jupiter ( $\Delta = 5,20$ ) :

Enfin les planètes 659 ( $\Delta = 5,182$ ) et 617 Patrocle ( $\Delta = 5,184$ ) ont des orbites dont la distance moyenne au Soleil est très voisine de celle de Jupiter.

*Abréviations.* —  $\Delta$  = distance moyenne au Soleil; R = durée de la révolution sidérale en jours moyens;  $e$  = excentricité;  $i$  = inclinaison; L = longitude moyenne;  $\oslash$  = longitude du nœud ascendant;  $\pi$  = longitude du périhélie.

Les éléments se rapportent au 1<sup>er</sup> janvier 1910.

## NOM ET DATE

de la découverte

|                   | $\Delta$ | R    | $e$   | $i$   | L      | $\Omega$ | $\pi$  |
|-------------------|----------|------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 1 Cérès.....      | 2,767    | 1681 | 0,077 | 10 37 | 322 1  | 80 44    | 148 53 |
| 2 Pallas.....     | 2,770    | 1684 | 0,239 | 34 43 | 292 51 | 172 53   | 121 56 |
| 3 Junon.....      | 2,669    | 1593 | 0,257 | 13 1  | 69 50  | 170 49   | 55 18  |
| 4 Vesta.....      | 2,362    | 1336 | 0,089 | 7 8   | 306 22 | 103 37   | 251 27 |
| 5 Astrée.....     | 2,576    | 1510 | 0,191 | 5 20  | 263 23 | 141 39   | 135 8  |
| 6 Hébé.....       | 2,425    | 1380 | 0,201 | 14 48 | 124 58 | 138 48   | 15 44  |
| 7 Iris.....       | 2,386    | 1346 | 0,231 | 5 28  | 307 57 | 260 42   | 42 14  |
| 8 Flore.....      | 2,201    | 1193 | 0,157 | 5 53  | 62 54  | 111 9    | 33 47  |
| 9 Métis.....      | 2,387    | 1347 | 0,123 | 5 36  | 117 30 | 69 15    | 71 47  |
| 10 Hygie.....     | 3,135    | 2028 | 0,120 | 3 49  | 161 31 | 285 58   | 234 55 |
| 11 Parthénopée... | 2,452    | 1403 | 0,100 | 4 38  | 71 47  | 123 24   | 318 49 |
| 12 Victoria.....  | 2,334    | 1303 | 0,219 | 8 23  | 203 35 | 236 24   | 302 29 |
| 13 Égérie.....    | 2,576    | 1511 | 0,087 | 16 32 | 153 25 | 44 2     | 121 0  |
| 14 Irène.....     | 2,589    | 1522 | 0,162 | 9 8   | 251 38 | 87 5     | 179 9  |
| 15 Eunomia.....   | 2,644    | 1570 | 0,187 | 11 41 | 160 35 | 291 39   | 28 39  |
| 16 Psyché.....    | 2,522    | 1824 | 0,136 | 3 4   | 349 40 | 150 39   | 16 43  |
| 17 Thétis.....    | 2,471    | 1419 | 0,134 | 5 37  | 145 1  | 125 11   | 263 19 |
| 18 Melpomène...   | 2,296    | 1279 | 0,218 | 10 6  | 131 48 | 150 51   | 15 52  |
| 19 Fortuna.....   | 2,442    | 1394 | 0,159 | 1 33  | 357 58 | 211 14   | 31 5   |
| 20 Massalia.....  | 2,409    | 1366 | 0,144 | 0 41  | 132 53 | 206 50   | 100 37 |
| 21 Lutetia.....   | 2,436    | 1389 | 0,162 | 3 5   | 40 22  | 81 16    | 327 53 |
| 22 Calliope.....  | 2,911    | 1814 | 0,098 | 13 44 | 250 34 | 66 42    | 58 39  |
| 23 Thalie.....    | 2,627    | 1555 | 0,234 | 10 13 | 226 1  | 67 58    | 123 50 |



NOM ET DATE  
de la découverte.

|                      | A     | R    | e     | i     | L      | $\Delta$  | $\pi$  |
|----------------------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|--------|
| 51 Nemausa .....     | 2,366 | 1329 | 0,067 | 9 57  | 259 31 | I 1858    | 174 32 |
| 52 Europa .....      | 3,094 | 1988 | 0,111 | 7 26  | 331 35 | II 1858   | 105 56 |
| 53 Calypso .....     | 2,618 | 1548 | 0,05  | 5 8   | 236 36 | IV 1858   | 94 49  |
| 54 Alexandra .....   | 2,710 | 1629 | 0,200 | 11 48 | 141 2  | IX 1858   | 295 56 |
| 55 Pandore .....     | 2,758 | 1673 | 0,145 | 7 13  | 75 4   | IX 1858   | 12 1   |
| 56 Méléte .....      | 2,600 | 1532 | 0,232 | 8 3   | 145 27 | IX 1857   | 295 17 |
| 57 Mnemosyne .....   | 3,151 | 2043 | 0,116 | 15 12 | 6 56   | IX 1859   | 47 31  |
| 58 Concordia .....   | 2,700 | 1621 | 0,042 | 5 2   | 260 8  | III 1860  | 189 48 |
| 59 Olympia .....     | 2,713 | 1632 | 0,117 | 8 37  | 16 34  | IX 1860   | 18 56  |
| 60 Echo .....        | 2,393 | 1352 | 0,183 | 3 35  | 121 39 | IX 1860   | 100 0  |
| 61 Danaë .....       | 2,984 | 1883 | 0,165 | 18 15 | 185 43 | IX 1860   | 342 51 |
| 62 Erato .....       | 3,124 | 2017 | 0,176 | 2 12  | 342 17 | IX 1860   | 39 25  |
| 63 Ausonia .....     | 2,395 | 1354 | 0,127 | 5 47  | 237 57 | II 1861   | 271 2  |
| 64 Angéline .....    | 2,682 | 1604 | 0,127 | 1 20  | 206 17 | III 1861  | 124 37 |
| 65 Maximiliana ..... | 3,435 | 2325 | 0,100 | 3 29  | 77 22  | III 1861  | 254 46 |
| 66 Maïa .....        | 2,646 | 1572 | 0,175 | 3 5   | 287 37 | IV 1861   | 48 36  |
| 67 Asia .....        | 2,420 | 1375 | 0,187 | 5 59  | 221 45 | IV 1861   | 306 24 |
| 68 Leto .....        | 2,781 | 1694 | 0,187 | 7 59  | 49 39  | IV 1861   | 346 10 |
| 69 Hespérie .....    | 2,980 | 1879 | 0,168 | 8 30  | 323 32 | IV 1861   | 311 33 |
| 70 Panopée .....     | 2,615 | 1545 | 0,180 | 11 38 | 65 58  | V 1861    | 301 14 |
| 71 Niobé .....       | 2,753 | 1669 | 0,177 | 23 17 | 161 42 | VIII 1861 | 221 49 |
| 72 Thémis .....      | 2,666 | 1546 | 0,121 | 5 24  | 302 48 | V 1861    | 308 30 |

|     |                |    |      |      |       |      |       |    |    |     |     |     |     |    |
|-----|----------------|----|------|------|-------|------|-------|----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| 74  | Galatée.....   | 29 | VIII | 1862 | 2,782 | 1993 | 0,227 | 4  | 0  | 14  | 197 | 0   | 335 | 41 |
| 75  | Eurydice.....  | 22 | IX   | 1862 | 2,672 | 1595 | 0,303 | 5  | 0  | 291 | 59  | 212 | 87  | 51 |
| 76  | Freia.....     | 21 | X    | 1862 | 2,409 | 2299 | 0,173 | 2  | 3  | 223 | 5   | 2   | 59  | 4  |
| 77  | Frigga.....    | 12 | XI   | 1862 | 2,669 | 1593 | 0,133 | 2  | 28 | 320 | 28  | 333 | 123 | 36 |
| 78  | Diane.....     | 15 | III  | 1863 | 2,622 | 1551 | 0,205 | 8  | 40 | 171 | 19  | 206 | 45  | 12 |
| 79  | Eurynome.....  | 14 | IX   | 1863 | 2,445 | 1396 | 0,191 | 4  | 36 | 58  | 16  | 218 | 355 | 44 |
| 80  | Sapho.....     | 2  | V    | 1864 | 2,296 | 1270 | 0,201 | 8  | 37 | 303 | 9   | 2   | 48  | 49 |
| 81  | Terpsichore... | 30 | IX   | 1864 | 2,853 | 1760 | 0,211 | 7  | 55 | 159 | 53  | 26  | 153 | 15 |
| 82  | Alemène.....   | 27 | XI   | 1864 | 2,764 | 1679 | 0,221 | 2  | 51 | 20  | 15  | 27  | 191 | 12 |
| 83  | Béatrix.....   | 26 | IV   | 1865 | 2,431 | 1385 | 0,085 | 4  | 50 | 127 | 43  | 327 | 340 | 19 |
| 84  | Clio.....      | 25 | VIII | 1865 | 2,361 | 1325 | 0,237 | 9  | 22 | 49  | 55  | 203 | 324 | 12 |
| 85  | Io.....        | 19 | IX   | 1865 | 2,653 | 1578 | 0,191 | 11 | 54 | 84  | 12  | 88  | 28  | 28 |
| 86  | Sémélé.....    | 4  | I    | 1866 | 3,099 | 1992 | 0,221 | 4  | 48 | 53  | 26  | 75  | 340 | 51 |
| 87  | Sylvia.....    | 16 | V    | 1866 | 3,485 | 2377 | 0,095 | 10 | 53 | 144 | 9   | 277 | 308 | 43 |
| 88  | Thisbé.....    | 15 | VI   | 1866 | 3,766 | 1681 | 0,164 | 5  | 15 | 98  | 52  | 312 | 354 | 51 |
| 89  | Julie.....     | 6  | VIII | 1866 | 3,550 | 1487 | 0,183 | 16 | 13 | 201 | 31  | 70  | 307 | 26 |
| 90  | Antiope.....   | 1  | X    | 1866 | 3,159 | 2051 | 0,153 | 2  | 15 | 253 | 50  | 11  | 83  | 0  |
| 91  | Egine.....     | 4  | XI   | 1866 | 2,591 | 1523 | 0,107 | 2  | 8  | 170 | 25  | 102 | 323 | 25 |
| 92  | Undine.....    | 7  | VII  | 1867 | 3,190 | 2081 | 0,094 | 9  | 56 | 117 | 31  | 5   | 275 | 57 |
| 93  | Minerve.....   | 24 | VIII | 1867 | 2,756 | 1671 | 0,140 | 8  | 35 | 68  | 5   | 4   | 49  | 56 |
| 94  | Aurore.....    | 6  | IX   | 1867 | 3,163 | 2055 | 0,083 | 8  | 4  | 199 | 45  | 244 | 32  | 41 |
| 95  | Aréthuse.....  | 23 | XI   | 1867 | 3,065 | 1960 | 0,155 | 12 | 56 | 352 | 16  | 322 | 163 | 22 |
| 96  | Eglé.....      | 17 | II   | 1868 | 3,059 | 1954 | 0,133 | 16 | 2  | 93  | 11  | 160 | 65  | 33 |
| 97  | Clotho.....    | 17 | II   | 1868 | 2,669 | 1592 | 0,256 | 11 | 45 | 353 | 53  | 354 | 149 | 17 |
| 98  | Ianthe.....    | 18 | IV   | 1868 | 2,687 | 1609 | 0,188 | 15 | 34 | 344 | 9   | 42  | 241 | 11 |
| 99  | Dicé.....      | 28 | V    | 1868 | 2,797 | 1708 | 0,238 | 13 | 53 | 223 | 35  | 128 | 305 | 17 |
| 100 | Hécate.....    | 11 | VII  | 1868 | 3,089 | 1983 | 0,166 | 6  | 23 | 174 | 43  |     |     |    |

| NOM ET DATE<br>de la découverte. |                | $\Delta$ | R         | $e$   | $i$   | L      | $\Omega$ | $\pi$  |
|----------------------------------|----------------|----------|-----------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 101                              | Hélène.....    | 15       | VIII 1868 | 0,139 | 10 11 | 327 14 | 343 43   | 327 41 |
| 102                              | Miriam.....    | 22       | VIII 1868 | 0,254 | 5 5   | 186 2  | 211 39   | 355 18 |
| 103                              | Héra.....      | 7        | IX 1868   | 0,078 | 5 25  | 99 27  | 136 26   | 322 25 |
| 104                              | Clymène.....   | 13       | IX 1868   | 0,149 | 2 53  | 149 34 | 43 13    | 63 14  |
| 105                              | Artemis.....   | 16       | IX 1868   | 0,176 | 21 31 | 88 17  | 188 15   | 242 58 |
| 106                              | Dioné.....     | 10       | X 1868    | 0,161 | 4 36  | 127 32 | 63 12    | 27 50  |
| 107                              | Camilla.....   | 17       | XI 1868   | 0,063 | 9 52  | 159 33 | 176 14   | 110 12 |
| 108                              | Hécubé.....    | 2        | IV 1869   | 0,106 | 4 24  | 216 6  | 352 28   | 165 30 |
| 109                              | Félicité.....  | 9        | X 1869    | 0,296 | 8 1   | 63 19  | 4 42     | 57 5   |
| 110                              | Lydie.....     | 19       | IV 1870   | 0,079 | 5 59  | 116 36 | 57 14    | 338 27 |
| 111                              | Até.....       | 14       | VIII 1870 | 0,104 | 4 56  | 122 31 | 306 40   | 110 15 |
| 112                              | Iphigénie..... | 19       | IX 1870   | 0,129 | 2 37  | 126 7  | 324 13   | 338 21 |
| 113                              | Amalthée.....  | 12       | III 1871  | 0,087 | 5 2   | 33 7   | 123 19   | 199 47 |
| 114                              | Cassandre..... | 23       | VII 1871  | 0,138 | 4 54  | 232 59 | 164 41   | 153 29 |
| 115                              | Thyra.....     | 6        | VIII 1871 | 0,192 | 11 36 | 143 47 | 309 20   | 43 22  |
| 116                              | Sirona.....    | 8        | IX 1871   | 0,140 | 3 35  | 118 38 | 64 42    | 153 49 |
| 117                              | Lomia.....     | 12       | IX 1871   | 0,027 | 14 56 | 141 27 | 349 41   | 38 20  |
| 118                              | Peitho.....    | 15       | III 1872  | 0,163 | 7 46  | 132 31 | 47 41    | 78 45  |
| 119                              | Althée.....    | 3        | IV 1872   | 0,082 | 5 44  | 237 59 | 203 58   | 12 33  |
| 120                              | Lachésis.....  | 10       | IV 1872   | 0,061 | 7 0   | 137 35 | 342 46   | 321 17 |
| 121                              | Hermione.....  | 12       | V 1872    | 0,141 | 7 32  | 206 50 | 76 8     | 0 6    |
| 122                              | Gerda.....     | 31       | VII 1872  | 0,054 | 1 37  | 130 27 | 178 46   | 190 46 |



|     |                 |    |      |      |       |      |       |    |    |     |    |     |    |     |    |
|-----|-----------------|----|------|------|-------|------|-------|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 125 | Libératrix..... | 11 | IX   | 1872 | 2,743 | 1660 | 0,078 | 4  | 38 | 32  | 40 | 199 | 30 | 274 | 9  |
| 126 | Velléda.....    | 5  | XI   | 1872 | 2,439 | 1391 | 0,106 | 2  | 56 | 300 | 29 | 23  | 27 | 349 | 15 |
| 127 | Johanna.....    | 5  | XI   | 1872 | 2,755 | 1670 | 0,066 | 8  | 16 | 88  | 34 | 31  | 54 | 122 | 20 |
| 128 | Némésis.....    | 25 | XI   | 1872 | 2,748 | 1664 | 0,126 | 6  | 15 | 104 | 48 | 76  | 45 | 17  | 19 |
| 129 | Antigone.....   | 5  | II   | 1873 | 2,868 | 1774 | 0,212 | 12 | 10 | 104 | 25 | 137 | 58 | 241 | 41 |
| 130 | Electre.....    | 17 | II   | 1873 | 3,112 | 2005 | 0,216 | 22 | 58 | 22  | 4  | 146 | 17 | 30  | 3  |
| 131 | Vala.....       | 24 | V    | 1873 | 2,431 | 1385 | 0,067 | 4  | 48 | 117 | 37 | 65  | 37 | 221 | 34 |
| 132 | Athra.....      | 13 | VI   | 1873 | 2,489 | 1434 | 0,331 | 23 | 32 | 334 | 31 | 260 | 12 | 152 | 26 |
| 133 | Cyrène.....     | 16 | VIII | 1873 | 3,061 | 1956 | 0,140 | 7  | 14 | 249 | 32 | 321 | 26 | 245 | 23 |
| 134 | Sophrosyne..    | 27 | IX   | 1873 | 2,563 | 1498 | 0,117 | 11 | 37 | 315 | 44 | 346 | 14 | 68  | 36 |
| 135 | Hertha.....     | 18 | II   | 1874 | 2,439 | 1383 | 0,204 | 2  | 19 | 343 | 51 | 344 | 14 | 321 | 22 |
| 136 | Austria.....    | 18 | III  | 1874 | 2,287 | 1263 | 0,085 | 9  | 33 | 315 | 42 | 186 | 31 | 316 | 50 |
| 137 | Melibée.....    | 21 | IV   | 1874 | 3,115 | 2008 | 0,221 | 13 | 21 | 39  | 3  | 203 | 48 | 309 | 24 |
| 138 | Tolosa.....     | 19 | V    | 1874 | 2,451 | 1401 | 0,161 | 3  | 13 | 5   | 34 | 54  | 54 | 312 | 58 |
| 139 | Juewa.....      | 10 | X    | 1874 | 2,784 | 1696 | 0,173 | 10 | 55 | 242 | 59 | 2   | 33 | 164 | 42 |
| 140 | Siwa.....       | 13 | X    | 1874 | 2,730 | 1647 | 0,217 | 3  | 11 | 291 | 50 | 107 | 14 | 300 | 27 |
| 141 | Lumen.....      | 13 | I    | 1875 | 2,667 | 1591 | 0,213 | 11 | 59 | 134 | 19 | 319 | 28 | 13  | 42 |
| 142 | Polana.....     | 28 | I    | 1875 | 2,418 | 1374 | 0,135 | 2  | 14 | 243 | 0  | 292 | 2  | 222 | 0  |
| 143 | Adria.....      | 23 | II   | 1875 | 2,761 | 1676 | 0,072 | 11 | 30 | 11  | 47 | 333 | 55 | 222 | 43 |
| 144 | Vibilia.....    | 3  | VI   | 1875 | 2,656 | 1581 | 0,233 | 4  | 48 | 281 | 19 | 77  | 1  | 7   | 46 |
| 145 | Adeona.....     | 3  | VI   | 1875 | 2,672 | 1596 | 0,146 | 12 | 41 | 214 | 40 | 77  | 56 | 118 | 29 |
| 146 | Lucine.....     | 8  | VI   | 1875 | 2,719 | 1638 | 0,064 | 13 | 5  | 150 | 50 | 84  | 27 | 185 | 24 |
| 147 | Protogénie...   | 10 | VII  | 1875 | 3,136 | 2029 | 0,035 | 1  | 54 | 15  | 36 | 251 | 22 | 14  | 7  |
| 148 | Gallia.....     | 7  | VIII | 1875 | 2,771 | 1685 | 0,183 | 25 | 20 | 151 | 54 | 145 | 16 | 35  | 56 |
| 149 | Méduse.....     | 21 | IX   | 1875 | 2,173 | 1172 | 0,067 | 0  | 56 | 246 | 29 | 158 | 46 | 48  | 47 |
| 150 | Nuwa.....       | 18 | X    | 1875 | 2,981 | 1880 | 0,128 | 2  | 8  | 247 | 20 | 207 | 50 | 354 | 32 |

| NOM ET DATE<br>de la découverte. |               | $\Delta$ | R         | e     | i     | L      | $\infty$ | $\pi$  |
|----------------------------------|---------------|----------|-----------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 151                              | Abundantia..  | 1        | XI 1875   | 0,038 | 6 28  | 116 7  | 39 1     | 169 22 |
| 152                              | Atala.....    | 2        | XI 1875   | 0,073 | 12 13 | 97 38  | 41 25    | 84 2   |
| 153                              | Hilda.....    | 2        | XI 1875   | 0,163 | 7 52  | 151 20 | 228 25   | 283 32 |
| 154                              | Bertha.....   | 4        | XI 1875   | 0,087 | 20 58 | 41 6   | 37 7     | 201 32 |
| 155                              | Scylla.....   | 8        | XI 1875   | 0,256 | 14 5  | 14 16  | 43 21    | 82 30  |
| 156                              | Xanthippe...  | 22       | XI 1875   | 0,224 | 9 39  | 259 24 | 242 43   | 217 17 |
| 157                              | Déjanire..... | 1        | XII 1875  | 0,200 | 12 5  | 163 24 | 62 14    | 107 54 |
| 158                              | Coronis.....  | 4        | I 1876    | 0,058 | 1 0   | 100 34 | 281 12   | 59 56  |
| 159                              | Æmilia.....   | 26       | I 1876    | 0,098 | 6 5   | 144 34 | 135 12   | 107 5  |
| 160                              | Una.....      | 20       | II 1876   | 0,065 | 3 51  | 329 59 | 9 25     | 56 12  |
| 161                              | Athor.....    | 19       | IV 1876   | 0,138 | 9 3   | 288 52 | 18 49    | 310 37 |
| 162                              | Laurentia...  | 21       | IV 1876   | 0,183 | 6 5   | 348 4  | 38 16    | 144 19 |
| 163                              | Erigone.....  | 26       | IV 1876   | 0,191 | 4 47  | 283 48 | 160 15   | 95 44  |
| 164                              | Eva.....      | 12       | VII 1876  | 0,347 | 24 22 | 239 40 | 77 31    | 359 38 |
| 165                              | Loreley.....  | 9        | VIII 1876 | 0,068 | 11 12 | 324 54 | 304 11   | 286 42 |
| 166                              | Rhodope.....  | 15       | VIII 1876 | 0,212 | 12 2  | 193 19 | 129 39   | 31 8   |
| 167                              | Urda.....     | 28       | VIII 1876 | 0,035 | 2 11  | 298 54 | 166 38   | 287 46 |
| 168                              | Sibylle.....  | 27       | IX 1876   | 0,076 | 4 36  | 136 33 | 209 24   | 23 50  |
| 169                              | Zélia.....    | 28       | IX 1876   | 0,131 | 5 31  | 64 8   | 354 58   | 327 9  |
| 170                              | Maria.....    | 10       | I 1877    | 0,063 | 14 21 | 146 28 | 301 25   | 97 23  |
| 171                              | Ophélie.....  | 13       | I 1877    | 0,116 | 2 33  | 97 27  | 101 4    | 151 31 |
| 172                              | Baucis.....   | 5        | II 1877   | 0,114 | 10 2  | 135 8  | 332 12   | 329 0  |



| NOM ET DATE<br>de la découverte. |                | $\Delta$     | R    | e     | i     | L       | $\infty$ | $\pi$  |
|----------------------------------|----------------|--------------|------|-------|-------|---------|----------|--------|
| 201                              | Pénélope.....  | 7 VIII 1879  | 1600 | 0,181 | 5 43' | 304 15' | 157 18'  | 335 1' |
| 202                              | Chryseïs.....  | 11 IX 1879   | 1965 | 0,102 | 8 49  | 226 35  | 137 54   | 133 12 |
| 203                              | Pompeïa.....   | 25 IX 1879   | 1653 | 0,061 | 3 12  | 261 0   | 348 47   | 42 32  |
| 204                              | Callisto.....  | 8 X 1879     | 1596 | 0,171 | 8 17  | 341 57  | 206 3    | 257 19 |
| 205                              | Martha.....    | 13 X 1879    | 1692 | 0,033 | 10 40 | 217 11  | 212 35   | 24 43  |
| 206                              | Hersilie.....  | 13 X 1879    | 1657 | 0,041 | 3 45  | 259 10  | 145 34   | 85 58  |
| 207                              | Hedda.....     | 17 X 1879    | 1261 | 0,029 | 3 49  | 301 44  | 39 6     | 219 45 |
| 208                              | Lacrymosa....  | 21 X 1879    | 1797 | 0,016 | 1 47  | 85 25   | 5 25     | 111 13 |
| 209                              | Didon.....     | 32 X 1879    | 2035 | 0,066 | 7 13  | 170 51  | 2 8      | 251 48 |
| 210                              | Isabelle.....  | 13 XI 1879   | 1640 | 0,124 | 5 18  | 298 37  | 33 11    | 43 29  |
| 211                              | Isolde.....    | 10 XII 1879  | 1938 | 0,161 | 3 52  | 313 33  | 265 29   | 76 10  |
| 212                              | Médée.....     | 6 II 1880    | 2002 | 0,116 | 4 17  | 297 29  | 315 16   | 56 32  |
| 213                              | Lilæa.....     | 16 II 1880   | 1668 | 0,145 | 6 46  | 4 47    | 122 36   | 281 12 |
| 214                              | Aschéra.....   | 26 II 1880   | 1540 | 0,034 | 3 28  | 189 31  | 342 42   | 110 47 |
| 215                              | Oénone.....    | 7 IV 1880    | 1680 | 0,035 | 1 43  | 15 41   | 25 28    | 339 35 |
| 216                              | Cléopâtre..... | 10 IV 1880   | 1706 | 0,251 | 13 2  | 322 6   | 216 9    | 32 21  |
| 217                              | Eudore.....    | 30 VIII 1880 | 1783 | 0,303 | 10 16 | 337 57  | 164 9    | 314 42 |
| 218                              | Bianca.....    | 4 IX 1880    | 1590 | 0,115 | 15 12 | 237 10  | 171 10   | 239 59 |
| 219                              | Thusnelde....  | 30 IX 1880   | 1319 | 0,224 | 10 47 | 38 40   | 201 5    | 341 9  |
| 220                              | Stephanie..... | 19 V 1881    | 1316 | 0,257 | 7 34  | 242 42  | 258 52   | 334 0  |
| 221                              | Eos.....       | 18 I 1882    | 1913 | 0,097 | 10 51 | 263 12  | 142 46   | 330 46 |
| 222                              | Lucie.....     | 9 II 1882    | 2019 | 0,147 | 2 11  | 180 42  | 80 28    | 256 21 |

|     |                    |    |      |      |       |      |       |    |    |     |    |     |    |     |    |
|-----|--------------------|----|------|------|-------|------|-------|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 225 | Henrietta . . .    | 19 | IV   | 1882 | 3,394 | 2283 | 0,264 | 20 | 42 | 21  | 42 | 200 | 52 | 298 | 30 |
| 226 | Weringia . . .     | 19 | VII  | 1882 | 2,115 | 1634 | 0,203 | 15 | 50 | 354 | 48 | 135 | 39 | 285 | 48 |
| 227 | Philosophia . .    | 12 | VIII | 1882 | 3,142 | 2034 | 0,209 | 9  | 15 | 273 | 30 | 331 | 10 | 225 | 39 |
| 228 | Agathe . . . . .   | 19 | VIII | 1882 | 2,201 | 1193 | 0,241 | 2  | 33 | 104 | 47 | 313 | 45 | 329 | 48 |
| 229 | Adelinde . . . .   | 22 | VIII | 1882 | 3,414 | 2364 | 0,142 | 2  | 9  | 94  | 3  | 30  | 51 | 333 | 53 |
| 230 | Atlantatis . . .   | 3  | IX   | 1882 | 2,382 | 1343 | 0,062 | 9  | 25 | 140 | 49 | 239 | 53 | 17  | 6  |
| 231 | Vindobone . . .    | 10 | IX   | 1882 | 2,920 | 1822 | 0,155 | 5  | 8  | 144 | 36 | 359 | 24 | 256 | 3  |
| 232 | Russia . . . . .   | 31 | I    | 1883 | 2,553 | 1490 | 0,171 | 6  | 4  | 12  | 38 | 152 | 34 | 201 | 9  |
| 233 | Asterope . . . .   | 11 | V    | 1883 | 2,660 | 1584 | 0,101 | 7  | 39 | 282 | 57 | 222 | 40 | 345 | 16 |
| 234 | Barbara . . . . .  | 12 | VIII | 1883 | 2,386 | 1346 | 0,244 | 15 | 21 | 21  | 47 | 144 | 25 | 334 | 32 |
| 235 | Caroline . . . . . | 28 | XI   | 1883 | 2,882 | 1787 | 0,061 | 9  | 4  | 171 | 56 | 66  | 42 | 274 | 7  |
| 236 | Honorina . . . . . | 26 | IV   | 1883 | 2,798 | 1709 | 0,189 | 7  | 37 | 27  | 47 | 186 | 49 | 357 | 19 |
| 237 | Célestine . . . .  | 27 | VI   | 1884 | 2,764 | 1679 | 0,070 | 9  | 46 | 100 | 11 | 84  | 44 | 281 | 9  |
| 238 | Hypatie . . . . .  | 1  | VII  | 1884 | 2,907 | 1810 | 0,090 | 12 | 23 | 24  | 20 | 184 | 35 | 31  | 38 |
| 239 | Adrasée . . . . .  | 18 | VIII | 1884 | 2,970 | 1870 | 0,232 | 6  | 9  | 331 | 5  | 181 | 40 | 27  | 41 |
| 240 | Vanadis . . . . .  | 27 | VIII | 1884 | 2,667 | 1591 | 0,206 | 2  | 6  | 294 | 34 | 114 | 56 | 53  | 13 |
| 241 | Germania . . . .   | 12 | IX   | 1884 | 3,650 | 1945 | 0,100 | 5  | 30 | 265 | 39 | 271 | 53 | 347 | 59 |
| 242 | Kriemhild . . . .  | 22 | IX   | 1884 | 2,862 | 1768 | 0,133 | 11 | 17 | 118 | 29 | 208 | 16 | 122 | 42 |
| 243 | Ida . . . . .      | 29 | IX   | 1884 | 2,861 | 1768 | 0,047 | 1  | 9  | 108 | 45 | 326 | 14 | 71  | 11 |
| 244 | Sita . . . . .     | 14 | X    | 1884 | 2,174 | 1171 | 0,137 | 2  | 50 | 335 | 34 | 208 | 48 | 13  | 16 |
| 245 | Vera . . . . .     | 6  | II   | 1885 | 3,095 | 1989 | 0,202 | 5  | 11 | 294 | 23 | 62  | 9  | 28  | 30 |
| 246 | Asporine . . . . . | 6  | III  | 1885 | 2,694 | 1615 | 0,105 | 15 | 38 | 37  | 55 | 162 | 54 | 256 | 59 |
| 247 | Eucrate . . . . .  | 14 | III  | 1885 | 2,740 | 1656 | 0,242 | 25 | 5  | 316 | 17 | 0   | 19 | 54  | 2  |
| 248 | Lamée . . . . .    | 5  | VI   | 1885 | 2,470 | 1418 | 0,064 | 4  | 1  | 7   | 54 | 246 | 45 | 247 | 48 |
| 249 | Ilse . . . . .     | 16 | VIII | 1885 | 2,377 | 1338 | 0,216 | 9  | 40 | 215 | 31 | 334 | 50 | 14  | 32 |
| 250 | Bettine . . . . .  | 3  | IX   | 1885 | 3,133 | 2045 | 0,122 | 12 | 57 | 123 | 36 | 25  | 45 | 91  | 49 |

| NOM ET DATE<br>de la découverte. |                | $\Delta$ | R        | e.    | $\iota$ | L      | $\infty$ | $\pi$  |
|----------------------------------|----------------|----------|----------|-------|---------|--------|----------|--------|
| 251                              | Sophie.....    | 4        | X 1885   | 0,098 | 10 29   | 172 13 | 156 57   | 85 18  |
| 252                              | Clémentine...  | 11       | X 1885   | 0,074 | 10 0    | 131 48 | 203 13   | 352 3  |
| 253                              | Mathilde.....  | 12       | NI 1885  | 0,267 | 6 38    | 241 21 | 180 9    | 333 48 |
| 254                              | Augusta.....   | 31       | III 1886 | 0,121 | 4 32    | 322 32 | 28 29    | 259 18 |
| 255                              | Oppavie.....   | 31       | III 1886 | 0,081 | 9 31    | 279 28 | 14 22    | 163 28 |
| 256                              | Walpurga.....  | 3        | IV 1886  | 0,065 | 13 18   | 57 37  | 183 39   | 232 7  |
| 257                              | Silesia.....   | 3        | IV 1886  | 0,127 | 3 40    | 315 43 | 35 33    | 51 3   |
| 258                              | Tyché.....     | 4        | V 1886   | 0,206 | 14 15   | 89 31  | 207 52   | 0 44   |
| 259                              | Aléthéia.....  | 28       | VI 1886  | 0,111 | 10 43   | 338 31 | 88 37    | 245 30 |
| 260                              | Huberta.....   | 3        | X 1886   | 0,124 | 6 18    | 213 53 | 168 74   | 332 2  |
| 261                              | Prynno.....    | 31       | X 1886   | 0,090 | 3 38    | 221 34 | 96 28    | 159 36 |
| 262                              | Valda.....     | 3        | NI 1836  | 0,212 | 7 44    | 290 55 | 38 45    | 61 22  |
| 263                              | Dresda.....    | 3        | NI 1886  | 0,076 | 1 17    | 293 12 | 217 48   | 15 51  |
| 264                              | Libussa.....   | 17       | XII 1886 | 0,135 | 10 27   | 8 34   | 50 12    | 26 53  |
| 265                              | Anne.....      | 23       | II 1887  | 0,264 | 25 41   | 204 44 | 335 27   | 226 51 |
| 266                              | Aline.....     | 17       | V 1887   | 0,157 | 13 21   | 189 30 | 236 28   | 24 18  |
| 267                              | Tirza.....     | 27       | V 1887   | 0,101 | 6 1     | 214 25 | 74 11    | 267 34 |
| 268                              | Adorea.....    | 9        | VI 1887  | 0,135 | 2 26    | 298 19 | 121 48   | 180 42 |
| 269                              | Justitia.....  | 21       | IX 1887  | 0,213 | 5 26    | 65 4   | 157 37   | 273 8  |
| 270                              | Anahita.....   | 8        | X 1887   | 0,150 | 2 22    | 302 29 | 254 29   | 333 1  |
| 271                              | Penthésilée... | 13       | X 1887   | 0,101 | 3 35    | 116 58 | 337 7    | 26 27  |
| 272                              | Antonie.....   | 4        | II 1888  | 0,031 | 4 29    | 44 5   | 37 51    | 103 23 |
| 273                              | .....          | 1        | III 1888 | 0,160 | 2 2     | 133 2  | 150 2    | 277 35 |

|     |                 |    |      |      |       |      |       |    |    |     |    |     |    |     |    |
|-----|-----------------|----|------|------|-------|------|-------|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 274 | l'magotte.....  | 2  | 11   | 1888 | 2,774 | 1683 | 0,162 | 4  | 45 | 83  | 9  | 134 | 55 | 166 | 3  |
| 275 | Sapientia.....  | 15 | IV   | 1888 | 2,769 | 1683 | 0,162 | 4  | 45 | 83  | 9  | 134 | 55 | 166 | 3  |
| 276 | Adèle.....      | 17 | IV   | 1888 | 3,116 | 2069 | 0,072 | 21 | 36 | 184 | 43 | 211 | 36 | 124 | 9  |
| 277 | Elvire.....     | 3  | V    | 1888 | 2,884 | 1788 | 0,093 | 1  | 8  | 8   | 44 | 233 | 17 | 4   | 55 |
| 278 | Pauline.....    | 16 | V    | 1888 | 2,753 | 1669 | 0,136 | 7  | 50 | 135 | 19 | 62  | 20 | 199 | 41 |
| 279 | Thulé.....      | 25 | X    | 1888 | 4,255 | 3206 | 0,081 | 2  | 22 | 156 | 14 | 75  | 36 | 310 | 4  |
| 280 | Philia.....     | 29 | X    | 1888 | 2,940 | 1841 | 0,110 | 7  | 28 | 117 | 42 | 11  | 25 | 92  | 24 |
| 281 | Lucretia.....   | 31 | X    | 1888 | 2,186 | 1180 | 0,132 | 5  | 20 | 236 | 11 | 31  | 18 | 45  | 53 |
| 282 | Clorinde.....   | 28 | I    | 1889 | 2,339 | 1306 | 0,081 | 9  | 1  | 74  | 26 | 144 | 47 | 79  | 31 |
| 283 | Emma.....       | 8  | II   | 1889 | 3,042 | 1938 | 0,152 | 8  | 2  | 109 | 53 | 305 | 51 | 355 | 44 |
| 284 | Amalia.....     | 29 | V    | 1889 | 2,358 | 1323 | 0,222 | 8  | 4  | 137 | 47 | 234 | 2  | 289 | 45 |
| 285 | Régina.....     | 3  | VIII | 1889 | 3,064 | 1959 | 0,207 | 17 | 17 | 249 | 7  | 312 | 19 | 324 | 48 |
| 286 | Idée.....       | 3  | VIII | 1889 | 3,197 | 2088 | 0,013 | 17 | 53 | 172 | 27 | 149 | 39 | 32  | 51 |
| 287 | Nephtys.....    | 25 | VIII | 1889 | 2,354 | 1319 | 0,033 | 10 | 1  | 198 | 32 | 142 | 14 | 259 | 47 |
| 288 | Glaucé.....     | 20 | II   | 1890 | 2,760 | 1675 | 0,205 | 4  | 20 | 286 | 45 | 121 | 5  | 200 | 56 |
| 289 | Nenetta.....    | 10 | III  | 1890 | 2,875 | 1780 | 0,204 | 6  | 39 | 160 | 40 | 182 | 37 | 7   | 59 |
| 290 | Bruna.....      | 20 | III  | 1890 | 2,384 | 1302 | 0,260 | 22 | 13 | 355 | 0  | 10  | 35 | 114 | 8  |
| 291 | Alice.....      | 25 | IV   | 1890 | 2,222 | 1210 | 0,093 | 1  | 51 | 184 | 51 | 161 | 7  | 130 | 36 |
| 292 | Ludovica.....   | 25 | IV   | 1890 | 2,532 | 1472 | 0,029 | 14 | 52 | 178 | 22 | 43  | 11 | 330 | 41 |
| 293 | Basilia.....    | 20 | V    | 1890 | 2,867 | 1773 | 0,118 | 15 | 45 | 245 | 53 | 62  | 21 | 144 | 43 |
| 294 | Felicia.....    | 15 | VII  | 1890 | 3,138 | 2030 | 0,248 | 6  | 15 | 133 | 43 | 137 | 4  | 316 | 32 |
| 295 | Theresa.....    | 17 | VIII | 1890 | 2,797 | 1708 | 0,171 | 2  | 40 | 47  | 10 | 277 | 34 | 61  | 23 |
| 296 | Phaëtusa.....   | 19 | VIII | 1890 | 2,226 | 1213 | 0,138 | 1  | 45 | 279 | 29 | 121 | 2  | 11  | 6  |
| 297 | Cœcilia.....    | 9  | IX   | 1890 | 3,168 | 2059 | 0,138 | 7  | 35 | 129 | 4  | 333 | 35 | 319 | 59 |
| 298 | Baptistine..... | 9  | IX   | 1890 | 2,264 | 1244 | 0,095 | 6  | 18 | 248 | 43 | 8   | 7  | 140 | 50 |
| 299 | Thora.....      | 6  | X    | 1890 | 2,433 | 1386 | 0,061 | 1  | 35 | 52  | 20 | 242 | 2  | 29  | 37 |
| 300 | Géraldine.....  | 3  | X    | 1890 | 3,209 | 2100 | 0,043 | 0  | 47 | 128 | 46 | 42  | 22 | 325 | 25 |

| NOM ET DATE<br>de la découverte |                       | $\Delta$ | R    | $e$   | $i$   | L      | $\Omega$ | $\pi$  |
|---------------------------------|-----------------------|----------|------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 301                             | Bavaria . . . . .     | 2,727    | 1645 | 0,065 | 4 53  | 135 45 | 142 45   | 264 4  |
| 302                             | Clarisse . . . . .    | 2,407    | 1364 | 0,111 | 3 26  | 71 11  | 7 53     | 60 57  |
| 303                             | Joséphina . . . . .   | 3,119    | 2012 | 0,072 | 6 55  | 289 38 | 345 7    | 55 9   |
| 304                             | Olga . . . . .        | 2,402    | 1360 | 0,222 | 15 47 | 180 21 | 158 54   | 328 40 |
| 305                             | Gordonia . . . . .    | 3,085    | 1979 | 0,200 | 4 25  | 305 20 | 211 11   | 101 48 |
| 306                             | Unitas . . . . .      | 2,358    | 1322 | 0,151 | 7 15  | 242 59 | 141 44   | 307 16 |
| 307                             | Nicé . . . . .        | 2,907    | 1810 | 0,144 | 6 7   | 63 29  | 101 44   | 62 13  |
| 308                             | Polyxo . . . . .      | 3,748    | 1664 | 0,039 | 4 20  | 233 13 | 182 9    | 291 2  |
| 309                             | Fraternitas . . . . . | 2,630    | 1558 | 0,088 | 3 56  | 342 11 | 358 8    | 330 16 |
| 310                             | Margarita . . . . .   | 2,756    | 1671 | 0,114 | 3 6   | 259 7  | 230 43   | 191 25 |
| 311                             | Claudia . . . . .     | 2,892    | 1796 | 0,017 | 3 15  | 176 47 | 81 17    | 153 5  |
| 312                             | Pierretta . . . . .   | 2,781    | 1693 | 0,160 | 9 5   | 324 32 | 7 41     | 264 13 |
| 313                             | Chaldaea . . . . .    | 2,375    | 1337 | 0,181 | 12 36 | 357 14 | 176 40   | 130 34 |
| 314                             | Rosalie . . . . .     | 3,150    | 2042 | 0,181 | 12 32 | 101 11 | 171 17   | 356 27 |
| 315                             | Constantia . . . . .  | 2,242    | 1226 | 0,168 | 2 25  | 147 33 | 161 22   | 332 45 |
| 316                             | Goberta . . . . .     | 3,173    | 2065 | 0,139 | 2 19  | 86 13  | 124 39   | 72 9   |
| 317                             | Roxane . . . . .      | 2,287    | 1263 | 0,084 | 1 45  | 80 48  | 150 51   | 336 1  |
| 318                             | Magdalena . . . . .   | 3,213    | 2204 | 0,063 | 10 34 | 42 58  | 162 50   | 76 21  |
| 319                             | Léona . . . . .       | 3,408    | 2298 | 0,212 | 10 44 | 349 22 | 189 5    | 45 25  |
| 320                             | Catherine . . . . .   | 3,012    | 1909 | 0,117 | 9 19  | 192 37 | 221 13   | 4 7    |
| 321                             | Florentine . . . . .  | 2,886    | 1791 | 0,046 | 2 37  | 291 58 | 40 47    | 74 48  |
| 322                             | Phao . . . . .        | 2,784    | 1697 | 0,246 | 7 59  | 24 44  | 253 56   | 5 29   |
| 323                             | Rencia . . . . .      | 2,158    | 1158 | 0,275 | 1 37  | 2 6 5  |          |        |



|                    |    |      |      |       |      |       |    |    |     |    |     |    |       |       |
|--------------------|----|------|------|-------|------|-------|----|----|-----|----|-----|----|-------|-------|
| 325 Heidelberg...  | 4  | III  | 1892 | 3,210 | 2101 | 0,159 | 8  | 34 | 184 | 20 | 345 | 21 | 60    | 0     |
| 326 Tamara.....    | 19 | III  | 1892 | 2,317 | 1289 | 0,187 | 23 | 47 | 222 | 22 | 32  | 9  | 269   | 7     |
| 327 Columbia....   | 22 | III  | 1892 | 2,777 | 1690 | 0,064 | 7  | 9  | 138 | 45 | 355 | 40 | 296   | 22    |
| 328 Gudrun.....    | 18 | III  | 1892 | 3,101 | 1994 | 0,123 | 16 | 7  | 255 | 51 | 353 | 15 | 95    | 41    |
| 329 Svea.....      | 21 | III  | 1892 | 2,473 | 1421 | 0,028 | 16 | 1  | 29  | 33 | 178 | 28 | 216   | 59    |
| 330 Adalberta....  | 18 | III  | 1892 | 2,089 | 1103 | 0,000 | 19 | 59 | 139 | 29 | 359 | 2  | ..... | ..... |
| 331 Etheridgea...  | 1  | IV   | 1892 | 3,021 | 1918 | 0,104 | 6  | 4  | 351 | 50 | 22  | 52 | 356   | 28    |
| 332 Siri.....      | 19 | III  | 1892 | 2,772 | 1686 | 0,090 | 2  | 53 | 126 | 9  | 32  | 3  | 325   | 41    |
| 333 Badenia.....   | 22 | VIII | 1892 | 3,118 | 2011 | 0,175 | 3  | 50 | 41  | 53 | 355 | 23 | 9     | 37    |
| 334 Chicago.....   | 23 | VIII | 1892 | 3,912 | 2826 | 0,016 | 4  | 38 | 70  | 35 | 134 | 21 | 14    | 48    |
| 335 Roberta.....   | 1  | IX   | 1892 | 2,472 | 1420 | 0,180 | 5  | 6  | 136 | 24 | 147 | 56 | 288   | 46    |
| 336 Lacadiera....  | 19 | IX   | 1892 | 2,252 | 1234 | 0,096 | 5  | 59 | 35  | 20 | 235 | 1  | 263   | 51    |
| 337 Devosa.....    | 22 | IX   | 1892 | 2,383 | 1344 | 0,139 | 7  | 52 | 274 | 7  | 355 | 41 | 91    | 22    |
| 338 Budrosa.....   | 25 | IX   | 1892 | 2,913 | 1816 | 0,021 | 6  | 3  | 181 | 57 | 288 | 40 | 35    | 11    |
| 339 Dorothée....   | 25 | IX   | 1892 | 3,011 | 1908 | 0,101 | 9  | 54 | 110 | 55 | 174 | 26 | 330   | 25    |
| 340 Edouarda....   | 25 | IX   | 1892 | 2,746 | 1662 | 0,118 | 4  | 42 | 303 | 0  | 27  | 35 | 67    | 34    |
| 341 California.... | 25 | IX   | 1892 | 2,200 | 1191 | 0,193 | 5  | 40 | 95  | 26 | 29  | 4  | 320   | 25    |
| 342 Endymion....   | 17 | X    | 1892 | 2,568 | 1503 | 0,128 | 7  | 21 | 109 | 52 | 233 | 0  | 94    | 46    |
| 343 Ostara.....    | 15 | XI   | 1892 | 2,412 | 1368 | 0,232 | 3  | 18 | 260 | 28 | 38  | 42 | 45    | 48    |
| 344 Désirée.....   | 15 | XI   | 1892 | 2,591 | 1524 | 0,315 | 18 | 37 | 42  | 57 | 49  | 0  | 282   | 58    |
| 345 Tercidina....  | 23 | XI   | 1892 | 2,325 | 1295 | 0,061 | 9  | 44 | 351 | 10 | 212 | 32 | 81    | 35    |
| 346 Hermentaria..  | 25 | XI   | 1892 | 2,797 | 1709 | 0,101 | 8  | 45 | 187 | 38 | 92  | 32 | 19    | 39    |
| 347 Pariana.....   | 28 | XI   | 1892 | 2,617 | 1546 | 0,163 | 11 | 43 | 96  | 9  | 85  | 53 | 169   | 25    |
| 348 May.....       | 28 | XI   | 1892 | 2,969 | 1868 | 0,067 | 9  | 46 | 189 | 29 | 90  | 46 | 95    | 44    |
| 349 Dembowska...   | 9  | XII  | 1892 | 2,925 | 1827 | 0,090 | 8  | 17 | 216 | 10 | 33  | 13 | 13    | 43    |
| 350 Ornamenta...   | 14 | XII  | 1892 | 3,122 | 2015 | 0,152 | 24 | 45 | 105 | 3  | 90  | 39 | 62    | 39    |

| NOM ET DATE<br>de la découverte |                | $\Delta$ | R         | $e$   | $i$   | L      | $\Omega$ | $\pi$  |
|---------------------------------|----------------|----------|-----------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 351                             | Yrsa.....      | 16       | XII 1893  | 0,154 | 9 14  | 350 30 | 99 40    | 126 53 |
| 352                             | Gisèle.....    | 12       | I 1893    | 0,150 | 3 22  | 180 30 | 247 19   | 29 46  |
| 353                             | Ruperto-Carola | 16       | I 1893    | 0,330 | 5 35  | 10 46  | 103 23   | 61 4   |
| 354                             | Eleonora.....  | 17       | I 1893    | 0,115 | 18 22 | 346 7  | 140 49   | 144 24 |
| 355                             | Gabriella..... | 20       | I 1893    | 0,108 | 4 21  | 183 48 | 352 20   | 86 53  |
| 356                             | Liguria.....   | 21       | I 1893    | 0,242 | 8 16  | 1 33   | 356 14   | 70 38  |
| 357                             | Ninina.....    | 11       | II 1893   | 0,071 | 15 7  | 149 14 | 138 48   | 21 18  |
| 358                             | Apollonia . .  | 8        | III 1893  | 0,147 | 3 32  | 305 37 | 173 8    | 61 27  |
| 359                             | Georgina.....  | 10       | III 1893  | 0,156 | 6 49  | 78 57  | 6 41     | 343 19 |
| 360                             | Carlota.....   | 11       | III 1893  | 0,180 | 11 40 | 231 23 | 133 23   | 60 18  |
| 361                             | Bononia.....   | 11       | III 1893  | 0,200 | 12 37 | 196 48 | 19 36    | 95 21  |
| 362                             | Havnia.....    | 12       | III 1893  | 0,044 | 8 5   | 195 6  | 27 23    | 56 35  |
| 363                             | Padua.....     | 17       | III 1893  | 0,071 | 5 58  | 49 18  | 65 8     | 358 26 |
| 364                             | Isara.....     | 19       | III 1893  | 0,150 | 6 0   | 185 44 | 105 13   | 56 15  |
| 365                             | Corduba.....   | 21       | III 1893  | 0,146 | 12 44 | 19 34  | 185 54   | 35 35  |
| 366                             | Vincentina...  | 21       | III 1893  | 0,060 | 10 35 | 196 46 | 347 59   | 302 58 |
| 367                             | Amicitia.....  | 19       | V 1893    | 0,096 | 2 57  | 238 33 | 83 7     | 136 24 |
| 368                             | Haïdea.....    | 19       | V 1893    | 0,193 | 7 48  | 301 3  | 230 8    | 315 15 |
| 369                             | Aëria.....     | 4        | VII 1893  | 0,097 | 12 43 | 217 48 | 94 31    | 0 48   |
| 370                             | Modestia.....  | 14       | VII 1893  | 0,091 | 7 52  | 184 13 | 290 58   | 356 59 |
| 371                             | Bohemia.....   | 16       | VII 1893  | 0,063 | 7 23  | 170 2  | 284 13   | 262 57 |
| 372                             | Palma.....     | 19       | VIII 1893 | 0,269 | 23 40 | 346 57 | 328 25   | 81 37  |

|     |               |    |     |      |       |      |       |    |    |     |    |     |    |       |       |
|-----|---------------|----|-----|------|-------|------|-------|----|----|-----|----|-----|----|-------|-------|
| 374 | Burgundia.... | 18 | IX  | 1893 | 2,780 | 1693 | 0,081 | 8  | 58 | 180 | 42 | 219 | 30 | 241   | 42    |
| 375 | Ursula.....   | 18 | IX  | 1893 | 3,130 | 2022 | 0,099 | 15 | 57 | 339 | 3  | 337 | 28 | 321   | 59    |
| 376 | Geometria.... | 18 | IX  | 1893 | 2,288 | 1264 | 0,172 | 5  | 25 | 246 | 9  | 302 | 13 | 256   | 30    |
| 377 | Campania....  | 20 | IX  | 1893 | 2,688 | 1610 | 0,077 | 6  | 40 | 266 | 58 | 210 | 45 | 43    | 24    |
| 378 | Holmia.....   | 6  | XII | 1893 | 2,777 | 1691 | 0,128 | 6  | 58 | 230 | 28 | 233 | 15 | 27    | 2     |
| 379 | Huenna.....   | 8  | I   | 1894 | 3,126 | 2019 | 0,192 | 1  | 37 | 48  | 45 | 172 | 52 | 350   | 10    |
| 380 | Fiducia.....  | 8  | I   | 1894 | 2,678 | 1600 | 0,114 | 6  | 10 | 334 | 23 | 93  | 23 | 332   | 26    |
| 381 | Myrrha.....   | 10 | I   | 1894 | 3,197 | 2088 | 0,126 | 12 | 35 | 54  | 14 | 125 | 24 | 268   | 23    |
| 382 | Dodona.....   | 29 | I   | 1894 | 3,116 | 2009 | 0,175 | 7  | 26 | 110 | 17 | 315 | 49 | 222   | 55    |
| 383 | Janina.....   | 29 | I   | 1894 | 3,136 | 2028 | 0,173 | 2  | 39 | 64  | 24 | 93  | 25 | 47    | 9     |
| 384 | Burdigala.... | 11 | II  | 1894 | 2,654 | 1579 | 0,146 | 5  | 39 | 11  | 51 | 48  | 21 | 78    | 55    |
| 385 | Ilmar.....    | 1  | III | 1894 | 2,844 | 1751 | 0,131 | 13 | 41 | 273 | 47 | 345 | 47 | 170   | 6     |
| 386 | Siegena.....  | 1  | III | 1894 | 2,898 | 1802 | 0,166 | 20 | 16 | 218 | 11 | 167 | 7  | 24    | 47    |
| 387 | Aquitania.... | 5  | III | 1894 | 2,739 | 1656 | 0,238 | 17 | 58 | 346 | 18 | 128 | 46 | 282   | 20    |
| 388 | Charybdis.... | 7  | III | 1894 | 3,006 | 1904 | 0,060 | 6  | 29 | 176 | 18 | 355 | 29 | 318   | 10    |
| 389 | Industria.... | 8  | III | 1894 | 2,608 | 1338 | 0,068 | 8  | 7  | 69  | 43 | 282 | 47 | 185   | 37    |
| 390 | Alma.....     | 24 | III | 1894 | 2,653 | 1579 | 0,130 | 12 | 9  | 27  | 21 | 305 | 34 | 134   | 5     |
| 391 | Ingeborg..... | 1  | XI  | 1894 | 2,320 | 1291 | 0,309 | 23 | 3  | 124 | 53 | 212 | 42 | 357   | 52    |
| 392 | Wilhelmina..  | 4  | XI  | 1894 | 2,967 | 1866 | 0,177 | 15 | 42 | 19  | 34 | 211 | 53 | 353   | 20    |
| 393 | Lampetia....  | 4  | XI  | 1894 | 2,776 | 1690 | 0,330 | 14 | 55 | 105 | 48 | 214 | 29 | 301   | 18    |
| 394 | Arduina.....  | 19 | XI  | 1894 | 2,766 | 1681 | 0,228 | 6  | 16 | 130 | 55 | 68  | 21 | 334   | 0     |
| 395 | Delia.....    | 30 | XI  | 1894 | 2,783 | 1695 | 0,126 | 3  | 32 | 146 | 31 | 260 | 2  | 280   | 41    |
| 396 | Eolia.....    | 1  | XII | 1894 | 2,738 | 1655 | 0,179 | 2  | 38 | 184 | 33 | 251 | 27 | 270   | 5     |
| 397 | Vienna.....   | 19 | XII | 1894 | 2,633 | 1561 | 0,220 | 12 | 44 | 244 | 23 | 228 | 43 | 5     | 7     |
| 398 | Admète.....   | 28 | XII | 1894 | 2,995 | 1893 | 0,000 | 20 | 10 | 69  | 33 | 284 | 27 | ..... | ..... |
| 399 | Perséphone... | 23 | II  | 1895 | 3,053 | 1949 | 0,072 | 13 | 10 | 82  | 11 | 347 | 18 | 174   | 21    |
| 400 | Ducrosa.....  | 15 | III | 1895 | 3,126 | 2019 | 0,192 | 10 | 37 | 59  | 1  | 328 | 50 | 198   | 17    |

| NOM ET DATE<br>de la découverte |               | $\Delta$ | R         | $e$   | $i$  | L     | $\Omega$ | $\pi$    |         |
|---------------------------------|---------------|----------|-----------|-------|------|-------|----------|----------|---------|
| 401                             | Outila.....   | 16       | III 1895  | 3,332 | 2222 | 0,047 | 6° 6'    | 334° 4'  | 0° 236' |
| 402                             | Chloé.....    | 21       | III 1895  | 2,555 | 1492 | 0,112 | 11° 50'  | 32° 6'   | 0° 142' |
| 403                             | Cyane.....    | 18       | V 1895    | 2,809 | 1719 | 0,101 | 9° 8'    | 267° 52' | 0° 133' |
| 404                             | Arsinoé.....  | 20       | VI 1895   | 2,594 | 1526 | 0,203 | 14° 4'   | 62° 20'  | 0° 211' |
| 405                             | Thia.....     | 23       | VII 1895  | 2,579 | 1513 | 0,251 | 11° 48'  | 89° 22'  | 0° 201' |
| 406                             | Erna.....     | 22       | VIII 1895 | 2,921 | 1823 | 0,177 | 4° 15'   | 296° 27' | 0° 351' |
| 407                             | Arachné.....  | 13       | X 1895    | 2,625 | 1553 | 0,070 | 7° 32'   | 149° 10' | 0° 13'  |
| 408                             | Fama.....     | 13       | X 1895    | 3,175 | 2066 | 0,138 | 9° 6'    | 218° 57' | 0° 40'  |
| 409                             | Aspasie.....  | 9        | XII 1895  | 2,578 | 1512 | 0,068 | 11° 13'  | 217° 6'  | 0° 233' |
| 410                             | Chloris.....  | 7        | I 1896    | 2,725 | 1643 | 0,238 | 10° 53'  | 154° 16' | 0° 266' |
| 411                             | Xanthé.....   | 7        | I 1896    | 2,937 | 1838 | 0,120 | 15° 36'  | 30° 1'   | 0° 282' |
| 412                             | Elisabetha... | 7        | I 1896    | 2,763 | 1677 | 0,043 | 13° 46'  | 125° 3'  | 0° 199' |
| 413                             | Edburga.....  | 7        | I 1896    | 2,579 | 1513 | 0,337 | 18° 52'  | 200° 37' | 0° 354' |
| 414                             | Liriope.....  | 16       | I 1896    | 3,565 | 2397 | 0,096 | 9° 38'   | 159° 32' | 0° 53'  |
| 415                             | Palatia.....  | 7        | II 1896   | 2,788 | 1700 | 0,302 | 8° 6'    | 106° 38' | 0° 62'  |
| 416                             | Vaticana..... | 4        | V 1896    | 2,789 | 1702 | 0,218 | 12° 56'  | 204° 19' | 0° 254' |
| 417                             | Suevia.....   | 6        | V 1896    | 2,796 | 1707 | 0,141 | 6° 36'   | 184° 4'  | 0° 183' |
| 418                             | Alemannia...  | 3        | IX 1896   | 2,592 | 1524 | 0,119 | 6° 49'   | 59° 47'  | 0° 12'  |
| 419                             | Aurcia.....   | 3        | IX 1896   | 2,593 | 1525 | 0,256 | 3° 57'   | 28° 8'   | 0° 270' |
| 420                             | Bertholda...  | 3        | IX 1896   | 3,409 | 2299 | 0,044 | 6° 37'   | 29° 4'   | 0° 102' |
| 421                             | Zæbringia...  | 3        | IX 1896   | 2,535 | 1474 | 0,293 | 7° 52'   | 113° 28' | 0° 34'  |
| 422                             | Berolina..... | 8        | X 1896    | 2,229 | 1215 | 0,214 | 5° 0'    | 126° 54' | 0° 342' |
| 423                             | Diotima.....  | 7        | XII 1896  | 3,067 | 1962 | 0,034 | 11° 16'  | 209° 27' | 0° 264' |

|     |                |    |      |      |       |      |       |    |    |     |    |     |    |     |    |
|-----|----------------|----|------|------|-------|------|-------|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 425 | Cornelia.....  | 28 | XII  | 1896 | 2,884 | 1789 | 0,000 | 4  | 4  | 240 | 41 | 01  | 44 | 100 | 22 |
| 426 | Hippo.....     | 25 | VIII | 1897 | 2,889 | 1794 | 0,103 | 19 | 38 | 164 | 1  | 312 | 7  | 173 | 53 |
| 427 | Galéné.....    | 27 | VIII | 1897 | 2,969 | 1868 | 0,120 | 5  | 8  | 118 | 22 | 298 | 57 | 304 | 53 |
| 428 | Monachia...    | 18 | XI   | 1897 | 2,312 | 1284 | 0,178 | 6  | 14 | 214 | 13 | 17  | 30 | 31  | 21 |
| 429 | Lotis.....     | 23 | XI   | 1897 | 2,608 | 1538 | 0,123 | 9  | 31 | 3   | 52 | 220 | 16 | 26  | 53 |
| 430 | Hybris.....    | 18 | XII  | 1897 | 2,835 | 1743 | 0,258 | 14 | 33 | 260 | 47 | 250 | 0  | 64  | 57 |
| 431 | Néphélé.....   | 18 | XII  | 1897 | 3,126 | 2018 | 0,182 | 1  | 49 | 120 | 52 | 117 | 2  | 326 | 50 |
| 432 | Pythia.....    | 18 | XII  | 1897 | 2,369 | 1331 | 0,146 | 12 | 8  | 186 | 2  | 88  | 38 | 260 | 53 |
| 433 | Eros.....      | 13 | VIII | 1898 | 1,458 | 643  | 0,223 | 10 | 50 | 139 | 37 | 303 | 37 | 121 | 23 |
| 434 | Hungaria....   | 11 | IX   | 1898 | 1,944 | 990  | 0,074 | 22 | 30 | 46  | 55 | 174 | 44 | 297 | 46 |
| 435 | Ella.....      | 11 | IX   | 1898 | 2,450 | 1401 | 0,155 | 1  | 50 | 333 | 47 | 23  | 10 | 354 | 17 |
| 436 | Patricia.....  | 13 | IX   | 1898 | 3,192 | 2083 | 0,083 | 18 | 36 | 352 | 58 | 352 | 3  | 15  | 24 |
| 437 | Rhodia.....    | 16 | VII  | 1898 | 2,387 | 1347 | 0,247 | 7  | 23 | 347 | 15 | 263 | 44 | 312 | 50 |
| 438 | Zeuxo.....     | 8  | XI   | 1898 | 2,554 | 1491 | 0,051 | 7  | 15 | 303 | 52 | 49  | 27 | 249 | 56 |
| 439 | Ohio.....      | 13 | X    | 1898 | 3,130 | 2023 | 0,073 | 19 | 7  | 34  | 41 | 202 | 36 | 73  | 45 |
| 440 | Theodora....   | 13 | X    | 1898 | 2,211 | 1201 | 0,108 | 1  | 36 | 179 | 50 | 292 | 31 | 108 | 37 |
| 441 | Bathildé....   | 8  | XII  | 1898 | 2,809 | 1720 | 0,080 | 8  | 7  | 202 | 30 | 254 | 20 | 91  | 59 |
| 442 | Eichsfeldia... | 15 | II   | 1899 | 2,346 | 1313 | 0,070 | 6  | 4  | 163 | 23 | 134 | 47 | 216 | 53 |
| 443 | Photographia   | 17 | II   | 1899 | 2,216 | 1205 | 0,040 | 4  | 13 | 258 | 40 | 175 | 9  | 163 | 3  |
| 444 | Gyptis.....    | 31 | III  | 1899 | 2,773 | 1687 | 0,173 | 10 | 13 | 323 | 11 | 196 | 17 | 348 | 7  |
| 445 | Edna.....      | 2  | X    | 1899 | 3,185 | 2076 | 0,207 | 21 | 24 | 303 | 35 | 293 | 32 | 11  | 9  |
| 446 | Aternitas....  | 27 | X    | 1899 | 2,789 | 1702 | 0,121 | 10 | 39 | 81  | 30 | 42  | 41 | 320 | 14 |
| 447 | Valentine....  | 27 | X    | 1899 | 2,989 | 1888 | 0,047 | 4  | 49 | 18  | 40 | 72  | 27 | 28  | 50 |
| 448 | Natalie.....   | 27 | X    | 1899 | 3,145 | 2038 | 0,172 | 12 | 42 | 309 | 53 | 38  | 52 | 331 | 9  |
| 449 | Hamburga...    | 31 | X    | 1899 | 2,551 | 1488 | 0,175 | 3  | 6  | 225 | 3  | 85  | 59 | 130 | 39 |
| 450 | Brigitta.....  | 10 | X    | 1899 | 3,015 | 1912 | 0,094 | 10 | 23 | 10  | 55 | 15  | 38 | 14  | 17 |

| NOM ET DATE<br>de la découverte |               | $\Delta$ | R    | e     | i     | L      | $\infty$ | $\pi$  |
|---------------------------------|---------------|----------|------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 451                             | Patientia.... | 3,061    | 1956 | 0,075 | 15 15 | 26 39  | 89 51    | 62 18  |
| 452                             | Hamiltonia..  | 2,852    | 1759 | 0,021 | 3 13  | 103 37 | 92 52    | 139 32 |
| 453                             | Téa.....      | 2,183    | 1178 | 0,109 | 5 34  | 177 11 | 11 34    | 229 22 |
| 454                             | Mathesis..... | 2,628    | 1556 | 0,110 | 6 19  | 206 53 | 32 41    | 207 16 |
| 455                             | Bruchsalia... | 2,658    | 1583 | 0,292 | 12 2  | 349 49 | 77 27    | 346 52 |
| 456                             | Abnoba.....   | 2,785    | 1697 | 0,181 | 14 26 | 270 29 | 229 44   | 232 34 |
| 457                             | Alleghenia... | 3,094    | 1988 | 0,179 | 12 52 | 257 42 | 250 47   | 59 55  |
| 458                             | Herevnia....  | 2,991    | 1890 | 0,244 | 12 36 | 304 58 | 136 5    | 48 24  |
| 459                             | Signé.....    | 2,630    | 1558 | 0,213 | 10 22 | 91 51  | 29 50    | 47 46  |
| 460                             | Scania.....   | 2,719    | 1638 | 0,103 | 4 25  | 41 50  | 205 45   | 9 18   |
| 461                             | Saskia.....   | 3,184    | 2075 | 0,206 | 1 22  | 270 36 | 156 41   | 98 9   |
| 462                             | Eriphyle..... | 2,875    | 1780 | 0,083 | 3 10  | 342 6  | 105 51   | 354 29 |
| 463                             | Lola.....     | 2,389    | 1349 | 0,220 | 13 30 | 195 26 | 36 34    | 2 7    |
| 464                             | Megara.....   | 2,837    | 1745 | 0,253 | 10 52 | 45 30  | 103 52   | 356 26 |
| 465                             | Alecto.....   | 3,192    | 2083 | 0,238 | 4 38  | 356 6  | 305 33   | 218 6  |
| 466                             | Tisiphone.... | 3,357    | 2247 | 0,083 | 19 16 | 292 29 | 291 50   | 194 59 |
| 467                             | Laura.....    | 2,939    | 1841 | 0,110 | 6 24  | 26 19  | 323 56   | 55 45  |
| 468                             | Lina.....     | 3,141    | 2034 | 0,204 | 0 30  | 324 52 | 22 27    | 353 29 |
| 469                             | Argentina.... | 3,178    | 2069 | 0,156 | 11 45 | 355 0  | 335 11   | 176 35 |
| 470                             | Kibia.....    | 2,402    | 1361 | 0,096 | 7 14  | 331 25 | 173 16   | 217 7  |
| 471                             | Papagena....  | 2,889    | 1793 | 0,228 | 14 51 | 188 53 | 84 54    | 35 56  |

|     |                        |    |      |      |       |      |       |       |        |        |        |
|-----|------------------------|----|------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 474 | Prudentia . . .        | 13 | II   | 1901 | 2,465 | 1414 | 0,147 | 7 22  | 207 40 | 194 22 | 202 42 |
| 475 | Ocello . . . . .       | 14 | VIII | 1901 | 2,595 | 1527 | 0,381 | 18 39 | 325 30 | 35 54  | 337 23 |
| 476 | Hedwig . . . . .       | 17 | VIII | 1901 | 2,648 | 1574 | 0,074 | 10 57 | 309 36 | 286 42 | 283 36 |
| 477 | Italia . . . . .       | 23 | VIII | 1901 | 2,416 | 1372 | 0,190 | 5 19  | 55 30  | 10 45  | 331 5  |
| 478 | Tergeste . . . . .     | 21 | IX   | 1901 | 3,017 | 1914 | 0,087 | 13 10 | 225 50 | 234 47 | 115 22 |
| 479 | Caprera . . . . .      | 12 | XI   | 1901 | 2,727 | 1645 | 0,220 | 8 39  | 337 42 | 136 32 | 45 46  |
| 480 | Hansa . . . . .        | 21 | V    | 1901 | 2,641 | 1567 | 0,042 | 21 5  | 255 36 | 237 13 | 73 52  |
| 481 | Emita . . . . .        | 12 | II   | 1902 | 2,739 | 1655 | 0,159 | 9 53  | 21 36  | 67 6   | 52 56  |
| 482 | Petrina . . . . .      | 3  | III  | 1902 | 2,997 | 1895 | 0,093 | 14 27 | 4 54   | 180 20 | 265 51 |
| 483 | Seppina . . . . .      | 4  | III  | 1902 | 3,434 | 2324 | 0,052 | 18 38 | 256 55 | 175 32 | 317 12 |
| 484 | Pittsburghia . . . . . | 29 | IV   | 1902 | 2,670 | 1594 | 0,059 | 12 29 | 137 36 | 127 27 | 313 16 |
| 485 | Genua . . . . .        | 7  | V    | 1902 | 2,752 | 1668 | 0,190 | 13 48 | 90 36  | 194 22 | 102 55 |
| 486 | Grenona . . . . .      | 11 | V    | 1902 | 2,362 | 1326 | 0,162 | 11 7  | 268 59 | 94 11  | 219 19 |
| 487 | Venetia . . . . .      | 9  | VII  | 1902 | 2,670 | 1593 | 0,086 | 10 14 | 206 48 | 115 6  | 33 33  |
| 488 | Creusa . . . . .       | 26 | VI   | 1902 | 3,155 | 2047 | 0,162 | 11 36 | 348 55 | 86 40  | 149 15 |
| 489 | Comasina . . . . .     | 2  | IX   | 1902 | 3,150 | 2042 | 0,066 | 13 25 | 87 33  | 167 37 | 196 7  |
| 490 | Veritas . . . . .      | 3  | IX   | 1902 | 3,174 | 2065 | 0,089 | 9 13  | 101 59 | 179 15 | 7 1    |
| 491 | Carina . . . . .       | 3  | IX   | 1902 | 3,198 | 2088 | 0,065 | 18 57 | 102 37 | 176 1  | 41 4   |
| 492 | Gismonda . . . . .     | 3  | IX   | 1902 | 3,103 | 1997 | 0,183 | 1 40  | 110 2  | 47 13  | 334 40 |
| 493 | Griseldis . . . . .    | 3  | IX   | 1902 | 3,128 | 1975 | 0,162 | 15 26 | 122 59 | 358 41 | 37 8   |
| 494 | Virtus . . . . .       | 7  | X    | 1902 | 2,984 | 1883 | 0,063 | 7 9   | 167 47 | 39 5   | 248 14 |
| 495 | Eulalia . . . . .      | 25 | X    | 1902 | 2,477 | 1424 | 0,147 | 2 14  | 343 59 | 186 28 | 26 29  |
| 496 | Gryphia . . . . .      | 25 | X    | 1902 | 2,179 | 1174 | 0,074 | 3 37  | 135 9  | 206 45 | 87 20  |
| 497 | Iva . . . . .          | 4  | XI   | 1902 | 2,841 | 1749 | 0,299 | 4 54  | 204 52 | 7 2    | 5 56   |
| 498 | Tokio . . . . .        | 2  | XII  | 1902 | 2,648 | 1574 | 0,221 | 9 33  | 267 56 | 98 2   | 235 36 |
| 499 | Vénusia . . . . .      | 24 | XII  | 1902 | 3,917 | 2832 | 0,235 | 2 0   | 63 7   | 256 45 | 92 37  |
| 500 | Sélinur . . . . .      | 16 | I    | 1903 | 2,613 | 1543 | 0,141 | 9 47  | 323 54 | 290 29 | 2 17   |

NOM ET DATE  
de la découverte

|     |               | $\Delta$ | R    | e     | i     | L      | $\infty$ | $\pi$  |
|-----|---------------|----------|------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 501 | Urbixidur...  | 3,162    | 2054 | 0,143 | 20 50 | 189 7  | 358 5    | 344 46 |
| 502 | Signé.....    | 2,382    | 1343 | 0,179 | 25 4  | 73 45  | 132 41   | 149 41 |
| 503 | Evelyne...    | 2,726    | 1644 | 0,177 | 5 4   | 316 7  | 69 31    | 107 38 |
| 504 | Cora.....     | 2,721    | 1640 | 0,216 | 12 57 | 189 59 | 105 18   | 349 55 |
| 505 | Cava.....     | 2,686    | 1608 | 0,244 | 9 47  | 207 59 | 91 9     | 65 8   |
| 506 | Marion.....   | 3,040    | 1936 | 0,145 | 16 53 | 251 7  | 313 37   | 98 36  |
| 507 | Laodica.....  | 3,157    | 2048 | 0,101 | 9 33  | 214 17 | 295 14   | 29 48  |
| 508 | Princetonia.. | 3,160    | 2052 | 0,012 | 13 24 | 279 55 | 45 21    | 206 55 |
| 509 | Iolande.....  | 3,067    | 1962 | 0,097 | 15 23 | 313 47 | 218 27   | 11 37  |
| 510 | Mabella.....  | 2,615    | 1545 | 0,192 | 9 31  | 98 46  | 203 33   | 291 14 |
| 511 | Davidia.....  | 3,163    | 2055 | 0,193 | 15 51 | 308 54 | 108 51   | 78 10  |
| 512 | Taurinensis.. | 2,173    | 1170 | 0,248 | 8 40  | 310 20 | 107 9    | 353 59 |
| 513 | Centesima...  | 3,014    | 1912 | 0,087 | 9 28  | 67 52  | 185 49   | 34 48  |
| 514 | Armide.....   | 3,045    | 1941 | 0,045 | 3 52  | 54 16  | 270 12   | 16 16  |
| 515 | Athalie.....  | 3,114    | 2008 | 0,175 | 2 1   | 59 21  | 122 7    | 50 51  |
| 516 | Amherstia...  | 2,682    | 1604 | 0,273 | 13 3  | 143 44 | 330 33   | 224 53 |
| 517 | Edith.....    | 3,126    | 2019 | 0,175 | 3 10  | 65 54  | 277 45   | 43 38  |
| 518 | Halawé.....   | 2,522    | 1463 | 0,220 | 6 38  | 207 18 | 203 58   | 322 27 |
| 519 | Sylvanie..... | 2,791    | 1703 | 0,189 | 11 2  | 138 31 | 45 23    | 344 1  |
| 520 | Francisca.... | 3,007    | 1905 | 0,105 | 11 0  | 113 16 | 35 6     | 51 24  |
| 521 | Brixia.....   | 2,745    | 1661 | 0,280 | 10 29 | 183 5  | 90 29    | 43 1   |
| 522 | Helga.....    | 3,626    | 2522 | 0,079 | 4 28  | 59 1   | 119 17   | 2 21   |
| 523 | Ada.....      | 2,967    | 1867 | 0,476 | 4 19  | 172 40 | 262 14   | 87 27  |



|     |               |    |      |      |       |      |       |    |    |     |    |     |    |     |    |
|-----|---------------|----|------|------|-------|------|-------|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| 525 | Adelaïde..... | 14 | III  | 1904 | 3,340 | 2229 | 0,371 | 3  | 15 | 98  | 7  | 125 | 55 | 47  | 22 |
| 526 | Iéna.....     | 14 | III  | 1904 | 3,121 | 2014 | 0,139 | 2  | 9  | 193 | 5  | 137 | 55 | 135 | 27 |
| 527 | Euryanthe...  | 20 | III  | 1904 | 2,728 | 1646 | 0,150 | 9  | 40 | 320 | 26 | 120 | 46 | 320 | 27 |
| 528 | Rezia.....    | 20 | III  | 1904 | 3,398 | 2288 | 0,020 | 12 | 43 | 157 | 17 | 51  | 49 | 29  | 33 |
| 529 | Preciosa..... | 20 | III  | 1904 | 3,019 | 1916 | 0,100 | 11 | 4  | 216 | 42 | 65  | 53 | 42  | 32 |
| 530 | Turandot....  | 11 | IV   | 1904 | 3,228 | 2118 | 0,181 | 8  | 26 | 220 | 47 | 130 | 9  | 318 | 29 |
| 531 | Zerline.....  | 12 | IV   | 1904 | 3,802 | 1713 | 0,189 | 34 | 33 | 299 | 55 | 197 | 49 | 251 | 41 |
| 532 | Herculina.... | 20 | IV   | 1904 | 2,772 | 1686 | 0,173 | 16 | 23 | 281 | 29 | 108 | 20 | 181 | 19 |
| 533 | Sara.....     | 19 | IV   | 1904 | 2,993 | 1892 | 0,060 | 6  | 23 | 251 | 31 | 180 | 44 | 239 | 19 |
| 534 | Nassovia..... | 19 | IV   | 1904 | 2,881 | 1786 | 0,101 | 3  | 19 | 260 | 17 | 93  | 40 | 78  | 32 |
| 535 | Montague....  | 7  | V    | 1904 | 2,567 | 1502 | 0,032 | 6  | 48 | 357 | 53 | 84  | 45 | 143 | 38 |
| 536 | Méropi.....   | 11 | V    | 1904 | 3,501 | 2393 | 0,098 | 19 | 24 | 98  | 30 | 60  | 56 | 353 | 41 |
| 537 | Pauly.....    | 7  | VII  | 1904 | 3,070 | 1965 | 0,226 | 9  | 46 | 298 | 32 | 121 | 25 | 302 | 34 |
| 538 | Frédérique... | 18 | VII  | 1904 | 3,162 | 2654 | 0,163 | 6  | 36 | 312 | 52 | 142 | 24 | 5   | 17 |
| 539 | Pamina.....   | 2  | VIII | 1904 | 2,739 | 1656 | 0,214 | 6  | 47 | 44  | 20 | 275 | 38 | 9   | 39 |
| 540 | Rosamonde..   | 3  | VIII | 1904 | 2,218 | 1206 | 0,088 | 5  | 33 | 177 | 37 | 202 | 2  | 176 | 22 |
| 541 | Déborah.....  | 4  | VIII | 1904 | 2,816 | 1726 | 0,045 | 5  | 57 | 10  | 42 | 268 | 31 | 257 | 57 |
| 542 | Suzanne....   | 15 | VIII | 1904 | 2,908 | 1811 | 0,143 | 12 | 2  | 21  | 59 | 153 | 36 | 6   | 34 |
| 543 | Charlotte.... | 11 | IX   | 1904 | 3,051 | 1957 | 0,157 | 8  | 27 | 33  | 46 | 296 | 41 | 41  | 46 |
| 544 | Jetta.....    | 11 | IX   | 1904 | 2,593 | 1525 | 0,150 | 8  | 19 | 90  | 16 | 298 | 53 | 277 | 15 |
| 545 | Messaline.... | 3  | X    | 1904 | 3,178 | 2070 | 0,184 | 11 | 11 | 331 | 18 | 334 | 27 | 300 | 48 |
| 546 | Hérodiades... | 10 | X    | 1904 | 2,599 | 1530 | 0,103 | 14 | 54 | 157 | 20 | 22  | 1  | 129 | 28 |
| 547 | Praxedis....  | 14 | X    | 1904 | 2,771 | 1685 | 0,238 | 16 | 57 | 77  | 13 | 193 | 30 | 26  | 33 |
| 548 | Cressida....  | 14 | X    | 1904 | 2,282 | 1259 | 0,186 | 3  | 52 | 227 | 42 | 108 | 7  | 66  | 35 |
| 549 | Jessonda....  | 15 | XI   | 1904 | 2,687 | 1609 | 0,258 | 3  | 56 | 133 | 34 | 292 | 26 | 86  | 0  |
| 550 | Seuta.....    | 16 | XI   | 1904 | 2,591 | 1524 | 0,219 | 10 | 7  | 129 | 27 | 271 | 4  | 314 | 0  |

| NOM ET DATE<br>de la découverte |               | $\Delta$ | R        | $e$   | $i$   | L      | $\Omega$ | $\pi$  |
|---------------------------------|---------------|----------|----------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 551                             | Ortrud.....   | 16       | XI 1904  | 0,122 | 0 26  | 73 13  | 0 3      | 71 7   |
| 552                             | Sigeline..... | 14       | XII 1904 | 0,071 | 7 26  | 43 33  | 268 50   | 238 38 |
| 553                             | Kundry.....   | 27       | XII 1904 | 0,111 | 5 17  | 268 6  | 71 59    | 69 49  |
| 554                             | Pérago.....   | 8        | I 1905   | 0,155 | 2 56  | 233 17 | 295 48   | 60 13  |
| 555                             | Norma.....    | 14       | I 1905   | 0,154 | 2 39  | 78 2   | 130 57   | 121 50 |
| 556                             | Phyllis.....  | 8        | I 1905   | 0,101 | 5 14  | 217 4  | 285 53   | 100 59 |
| 557                             | Violette..... | 14       | I 1905   | 0,098 | 2 31  | 231 44 | 293 26   | 123 26 |
| 558                             | Carmen.....   | 9        | II 1905  | 0,039 | 8 21  | 135 15 | 141 20   | 99 0   |
| 559                             | Nanon.....    | 8        | III 1905 | 0,065 | 9 18  | 217 56 | 112 27   | 237 58 |
| 560                             | Delia.....    | 13       | III 1905 | 0,123 | 8 14  | 178 25 | 103 45   | 136 58 |
| 561                             | Ingwelde..... | 26       | III 1905 | 0,151 | 1 31  | 116 14 | 160 34   | 102 47 |
| 562                             | Salomé.....   | 3        | IV 1905  | 0,094 | 11 9  | 175 49 | 71 41    | 329 2  |
| 563                             | Suleika.....  | 6        | IV 1905  | 0,241 | 10 21 | 221 7  | 84 56    | 58 28  |
| 564                             | Dudu.....     | 9        | V 1905   | 0,273 | 18 11 | 259 6  | 71 19    | 282 49 |
| 565                             | Marbachia...  | 9        | V 1905   | 0,127 | 10 54 | 304 55 | 225 54   | 156 10 |
| 566                             | Stereoscopia. | 28       | V 1905   | 0,121 | 5 1   | 165 49 | 81 32    | 24 54  |
| 567                             | Eleutheria... | 28       | V 1905   | 0,086 | 8 59  | 182 4  | 59 10    | 209 7  |
| 568                             | Cheruskia...  | 26       | VII 1905 | 0,168 | 18 21 | 313 36 | 250 12   | 60 43  |
| 569                             | Misa.....     | 27       | VII 1905 | 0,185 | 1 18  | 1 14   | 303 23   | 81 18  |
| 570                             |               | 30       | VII 1905 | 0,113 | 1 41  | 222 29 | 229 45   | 8 51   |
| 571                             |               | 4        | IX 1905  | 0,239 | 5 7   | 73 9   | 3 24     | 26 58  |
| 572                             |               | 19       | IX 1905  | 0,174 | 9 23  | 90 22  | 194 52   | 33 21  |



| NOM ET DATE<br>de la découverte |                         | A     | R    | e     | i     | L      | Q      | $\pi$  |
|---------------------------------|-------------------------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 601                             | 21 VI 1906              | 3,130 | 2022 | 0,111 | 16 3  | 153 44 | 170 36 | 319 3  |
| 602                             | Marianna.... 22 II 1906 | 3,097 | 1991 | 0,280 | 15 55 | 22 23  | 333 10 | 14 47  |
| 603                             | 16 II 1906              | 2,554 | 1491 | 0,147 | 8 8   | 126 12 | 343 40 | 139 10 |
| 604                             | 16 II 1906              | 3,174 | 2066 | 0,245 | 4 40  | 7 4    | 12 29  | 34 51  |
| 605                             | 27 VIII 1906            | 3,011 | 1909 | 0,135 | 19 40 | 265 37 | 343 22 | 357 4  |
| 606                             | 18 IX 1906              | 2,586 | 1519 | 0,216 | 8 40  | 293 2  | 319 2  | 14 36  |
| 607                             | 18 IX 1906              | 2,850 | 1757 | 0,079 | 10 5  | 247 35 | 286 5  | 211 48 |
| 608                             | 18 IX 1906              | 3,023 | 1919 | 0,117 | 9 23  | 231 37 | 295 2  | 4 15   |
| 609                             | 24 IX 1906              | 3,085 | 1979 | 0,117 | 4 9   | 222 33 | 166 27 | 261 10 |
| 610                             | 26 IX 1906              | 3,073 | 1968 | 0,033 | 12 49 | 228 2  | 21 9   | 13 54  |
| 611                             | 24 IX 1906              | 2,989 | 1888 | 0,136 | 13 18 | 256 30 | 190 22 | 84 39  |
| 612                             | 8 X 1906                | 3,155 | 2047 | 0,268 | 20 34 | 193 25 | 25 9   | 321 41 |
| 613                             | 11 X 1906               | 2,917 | 1820 | 0,055 | 7 45  | 263 43 | 355 47 | 56 46  |
| 614                             | 11 X 1906               | 2,696 | 1617 | 0,095 | 7 13  | 294 44 | 217 34 | 59 17  |
| 615                             | 11 X 1906               | 2,631 | 1558 | 0,108 | 2 46  | 290 44 | 14 0   | 257 36 |
| 616                             | 8 X 1906                | 2,555 | 1491 | 0,064 | 15 0  | 313 29 | 356 6  | 104 0  |
| 617                             | 17 X 1906               | 5,184 | 4312 | 0,143 | 22 3  | 121 25 | 43 29  | 345 54 |
| 618                             | 17 X 1906               | 3,192 | 2083 | 0,060 | 17 2  | 220 42 | 111 31 | 346 36 |
| 619                             | 22 X 1906               | 2,521 | 1462 | 0,075 | 13 39 | 324 50 | 187 39 | 2 26   |
| 620                             | Draconia .... 26 X 1906 | 2,439 | 1392 | 0,135 | 7 46  | 329 13 | 0 18   | 332 47 |
| 621                             | 11 XI 1906              | 3,112 | 2005 | 0,152 | 2 22  | 274 25 | 67 47  | 97 2   |
| 622                             | 13 XI 1906              | 2,416 | 1372 | 0,244 | 8 39  | 347 1  | 142 25 | 36 15  |

|     |             |    |      |      |       |      |       |    |    |     |    |     |     |    |
|-----|-------------|----|------|------|-------|------|-------|----|----|-----|----|-----|-----|----|
| 624 | Hector..... | 10 | II   | 1907 | 2,278 | 4229 | 0,007 | 10 | 7  | 227 | 22 | 127 | 329 | 17 |
| 625 |             | 11 | II   | 1907 | 2,637 | 1564 | 0,231 | 12 | 12 | 29  | 68 | 127 | 329 | 17 |
| 626 |             | 11 | II   | 1907 | 2,573 | 1508 | 0,240 | 25 | 25 | 10  | 52 | 341 | 23  | 51 |
| 627 |             | 6  | III  | 1907 | 2,927 | 1829 | 0,058 | 6  | 24 | 349 | 10 | 142 | 295 | 3  |
| 628 |             | 7  | III  | 1907 | 2,571 | 1506 | 0,045 | 11 | 33 | 36  | 12 | 112 | 325 | 44 |
| 629 |             | 7  | III  | 1907 | 3,144 | 2036 | 0,168 | 9  | 23 | 323 | 17 | 88  | 119 | 31 |
| 630 |             | 7  | III  | 1907 | 2,644 | 1571 | 0,115 | 13 | 51 | 28  | 25 | 105 | 147 | 59 |
| 631 |             | 21 | III  | 1907 | 2,791 | 1703 | 0,080 | 18 | 50 | 58  | 26 | 225 | 141 | 23 |
| 632 |             | 5  | IV   | 1907 | 2,664 | 1588 | 0,194 | 2  | 15 | 91  | 5  | 358 | 246 | 24 |
| 633 |             | 12 | V    | 1907 | 3,032 | 1929 | 0,103 | 10 | 53 | 70  | 18 | 147 | 329 | 40 |
| 634 |             | 12 | V    | 1907 | 3,050 | 1946 | 0,187 | 12 | 19 | 78  | 6  | 134 | 350 | 23 |
| 635 |             | 9  | VI   | 1907 | 3,140 | 2032 | 0,083 | 11 | 1  | 71  | 38 | 184 | 39  | 11 |
| 636 |             | 8  | II   | 1907 | 2,910 | 1813 | 0,173 | 7  | 56 | 346 | 55 | 35  | 106 | 2  |
| 637 |             | 11 | III  | 1907 | 3,180 | 2072 | 0,128 | 0  | 20 | 351 | 36 | 357 | 180 | 47 |
| 638 |             | 5  | V    | 1907 | 2,734 | 1652 | 0,162 | 7  | 42 | 81  | 18 | 103 | 129 | 17 |
| 639 |             | 19 | VII  | 1907 | 3,005 | 1963 | 0,100 | 8  | 36 | 123 | 10 | 281 | 34  | 29 |
| 640 |             | 29 | VIII | 1907 | 3,160 | 2052 | 0,078 | 13 | 21 | 122 | 52 | 236 | 106 | 22 |
| 641 |             | 8  | IX   | 1907 | 2,220 | 1208 | 0,126 | 1  | 44 | 254 | 18 | 40  | 332 | 21 |
| 642 |             | 8  | IX   | 1907 | 3,175 | 2066 | 0,140 | 8  | 12 | 152 | 4  | 7   | 3   | 34 |
| 643 |             | 8  | IX   | 1907 | 3,354 | 2244 | 0,077 | 13 | 48 | 166 | 42 | 255 | 114 | 11 |
| 644 |             | 7  | IX   | 1907 | 2,609 | 1539 | 0,162 | 1  | 2  | 218 | 50 | 108 | 286 | 9  |
| 645 |             | 11 | IX   | 1907 | 2,739 | 1656 | 0,222 | 9  | 30 | 204 | 49 | 280 | 114 | 3  |
| 646 |             | 11 | IX   | 1907 | 2,325 | 1295 | 0,212 | 6  | 56 | 223 | 48 | 302 | 48  | 44 |
| 647 |             | 11 | IX   | 1907 | 2,442 | 1394 | 0,194 | 7  | 19 | 235 | 37 | 254 | 124 | 36 |
| 648 |             | 11 | IX   | 1907 | 3,183 | 2074 | 0,221 | 9  | 59 | 170 | 18 | 292 | 95  | 12 |
| 649 |             | 11 | IX   | 1907 | 2,554 | 1490 | 0,280 | 12 | 47 | 194 | 16 | 357 | 353 | 56 |
| 650 |             | 4  | X    | 1907 | 2,462 | 1411 | 0,187 | 2  | 34 | 251 | 3  | 215 | 179 | 11 |

| NOM ET DATE<br>de la découverte. |             | $\Delta$ | R    | $e$   | $t$   | L      | $\Omega$ | $\pi$  |
|----------------------------------|-------------|----------|------|-------|-------|--------|----------|--------|
| 651                              | 4 X 1907    | 3,024    | 1921 | 0,094 | 10 45 | 191 42 | 38 52    | 359 23 |
| 652                              | 4 XI 1907   | 2,555    | 1492 | 0,127 | 15 43 | 233 51 | 86 18    | 317 26 |
| 653                              | 27 XI 1907  | 3,011    | 1908 | 0,048 | 11 17 | 206 38 | 133 48   | 299 50 |
| 654                              | 4 I 1908    | 2,297    | 1272 | 0,230 | 18 10 | 322 33 | 278 16   | 356 43 |
| 655                              | 12 I 1908   | 3,101    | 1995 | 0,234 | 3 10  | 225 43 | 288 37   | 167 17 |
| 656                              | 22 I 1908   | 3,137    | 2030 | 0,132 | 0 27  | 246 20 | 186 17   | 293 58 |
| 657                              | 24 I 1908   | 2,606    | 1537 | 0,109 | 10 17 | 293 58 | 298 15   | 191 3  |
| 658                              | 24 I 1908   | 2,864    | 1770 | 0,058 | 1 32  | 255 49 | 352 13   | 123 7  |
| 659                              | 23 III 1908 | 5,182    | 4309 | 0,111 | 4 31  | 252 18 | 349 59   | 208 11 |
| 1892                             | 18 XII 1892 | 2,622    | 1551 | 0,000 | 3 27  | 80 31  | 358 23   | ...    |
| 1893                             | 12 I 1893   | 3,004    | 1901 | 0,000 | 11 45 | 214 16 | 133 38   | ...    |
| 1893                             | 16 I 1893   | 2,080    | 1096 | 0,000 | 3 34  | 1 48   | 321 42   | ...    |
| 1893                             | 18 III 1893 | 4,126    | 3061 | 0,000 | 1 31  | 186 6  | 72 32    | ...    |
| 1893                             | 19 III 1893 | 2,417    | 1372 | 0,000 | 7 49  | 344 48 | 89 4     | ...    |
| 1893                             | 14 IV 1893  | 3,466    | 2357 | 0,000 | 0 18  | 60 19  | 124 38   | ...    |
| 1894                             | 30 I 1894   | 2,332    | 1301 | 0,000 | 4 34  | 253 9  | 21 53    | ...    |
| 1894                             | 1 XI 1894   | 2,177    | 1173 | 0,000 | 3 28  | 306 9  | 72 44    | ...    |
| 1896                             | 3 IX 1896   | 2,973    | 1872 | 0,149 | 5 52  | 200 31 | 244 5    | ...    |
| 1898                             | 6 XI 1898   | 2,611    | 1541 | 0,000 | 14 41 | 278 47 | 229 22   | ...    |
| 1898                             | 6 XI 1898   | 3,309    | 2199 | 0,000 | 22 27 | 353 52 | 227 14   | ...    |
| 1898                             | 2 XII 1898  | 3,309    | 2199 | 0,000 | 22 27 | 353 52 | 227 14   | ...    |

|      |                       |    |      |      |       |      |       |       |     |    |     |    |        |
|------|-----------------------|----|------|------|-------|------|-------|-------|-----|----|-----|----|--------|
| 1898 | DZ.....               | 19 | XI   | 1898 | 2,330 | 1470 | 0,000 | 5 53  | 328 | 50 | 259 | 51 | ...    |
| 1898 | EA.....               | 19 | XI   | 1898 | 3,651 | 2548 | 0,000 | 27 24 | 263 | 24 | 227 | 43 | ...    |
| 1900 | FE.....               | 6  | III  | 1900 | 2,529 | 1469 | 0,000 | 13 13 | 73  | 37 | 129 | 46 | ...    |
| 1900 | GA.....               | 28 | VI   | 1900 | 2,151 | 1155 | 0,282 | 6 56  | 263 | 19 | 98  | 5  | 293 53 |
| 1900 | FL.....               | 26 | IX   | 1900 | 2,772 | 1686 | 0,000 | 6 39  | 352 | 5  | 197 | 39 | ...    |
| 1901 | HC.....               | 2  | XI   | 1901 | 2,918 | 1849 | 0,000 | 16 22 | 254 | 26 | 193 | 59 | ...    |
| 1901 | HD.....               | 5  | XI   | 1901 | 3,296 | 2186 | 0,000 | 29 32 | 170 | 58 | 62  | 51 | ...    |
| 1902 | HY.....               | 7  | V    | 1902 | 3,079 | 1973 | 0,000 | 9 0   | 18  | 17 | 68  | 20 | ...    |
| 1902 | JT.....               | 26 | IX   | 1902 | 3,142 | 2034 | 0,206 | 2 28  | 104 | 17 | 80  | 19 | ...    |
| 1903 | LD.....               | 18 | I    | 1903 | 2,808 | 1718 | 0,000 | 15 33 | 293 | 23 | 300 | 43 | 325 49 |
| 1903 | LA <sup>a</sup> ..... | 6  | VIII | 1903 | 2,923 | 1826 | 0,000 | 7 21  | 62  | 31 | 287 | 25 | ...    |
| 1903 | LZ.....               | 24 | VIII | 1903 | 2,795 | 1707 | 0,000 | 9 22  | 111 | 2  | 189 | 23 | ...    |
| 1903 | MC.....               | 20 | IX   | 1903 | 3,406 | 2296 | 0,000 | 26 17 | 351 | 9  | 167 | 19 | ...    |
| 1903 | MD.....               | 20 | IX   | 1903 | 3,086 | 1985 | 0,000 | 14 35 | 48  | 51 | 354 | 52 | ...    |
| 1903 | ME.....               | 20 | IX   | 1903 | 2,738 | 1655 | 0,000 | 10 56 | 131 | 44 | 171 | 15 | ...    |
| 1903 | MM.....               | 30 | IX   | 1903 | 2,910 | 1813 | 0,000 | 4 57  | 79  | 52 | 195 | 43 | ...    |
| 1903 | MN.....               | 20 | X    | 1903 | 2,414 | 1370 | 0,000 | 7 52  | 263 | 39 | 39  | 41 | ...    |
| 1903 | NG.....               | 27 | X    | 1903 | 3,101 | 1995 | 0,000 | 8 38  | 93  | 8  | 230 | 58 | ...    |
| 1903 | NF.....               | 11 | XII  | 1903 | 2,593 | 1525 | 0,000 | 15 17 | 246 | 51 | 230 | 17 | ...    |
| 1904 | OD.....               | 11 | V    | 1904 | 3,233 | 2123 | 0,000 | 12 53 | 217 | 38 | 42  | 41 | ...    |
| 1904 | OP.....               | 14 | VIII | 1904 | 2,856 | 1763 | 0,000 | 13 37 | 15  | 35 | 293 | 9  | ...    |
| 1904 | QW.....               | 4  | IV   | 1904 | 2,905 | 1809 | 0,000 | 11 14 | 236 | 34 | 108 | 59 | ...    |
| 1904 | OR.....               | 6  | IX   | 1904 | 3,123 | 2016 | 0,158 | 5 29  | 340 | 47 | 301 | 23 | 1 46   |
| 1903 | RN.....               | 24 | X    | 1905 | 2,636 | 1563 | 0,000 | 3 13  | 105 | 54 | 326 | 13 | ...    |
| 1906 | SJ.....               | 15 | I    | 1906 | 3,040 | 1936 | 0,000 | 10 38 | 26  | 9  | 300 | 32 | ...    |
| 1906 | UK.....               | 13 | V    | 1906 | 2,753 | 1669 | 0,000 | 12 20 | 159 | 44 | 131 | 5  | ...    |
| 1906 | UT.....               | 22 | VIII | 1906 | 2,974 | 1873 | 0,052 | 23 19 | 221 | 10 | 181 | 3  | 100 22 |

| NOM ET DATE<br>de la découverte. |    | $\Delta$ | R     | $e$  | $i$   | L     | $\Omega$ | $\pi$  |        |
|----------------------------------|----|----------|-------|------|-------|-------|----------|--------|--------|
| 1906 VM...                       | 24 | IX 1906  | 3,140 | 2032 | 0,388 | 10 23 | 127 4    | 192 29 | 74 35  |
| 1906 VW.....                     | 17 | X 1906   | 3,701 | 1621 | 0,000 | 9 20  | 292 16   | 307 34 | .....  |
| 1906 VX.....                     | 17 | X 1906   | 3,311 | 2200 | 0,000 | 7 41  | 224 44   | 46 43  | .....  |
| 1906 WD.....                     | 26 | X 1906   | 4,566 | 3349 | 0,000 | 48 8  | 163 54   | 203 10 | .....  |
| 1906 WA.....                     | 21 | X 1906   | 3,103 | 1696 | 0,154 | 9 15  | 255 18   | 193 53 | 69 49  |
| 1907 XV.....                     | 7  | III 1907 | 3,388 | 2283 | 0,000 | 10 52 | 312 26   | 82 30  | .....  |
| 1907 YR.....                     | 4  | IV 1907  | 3,847 | 2755 | 0,000 | 7 0   | 312 9    | 97 15  | .....  |
| 1907 AG.....                     | 13 | IX 1907  | 3,199 | 2138 | 0,155 | 7 4   | 156 37   | 0 50   | 89 59  |
| 1907 AH.....                     | 18 | IX 1907  | 3,193 | 2084 | 0,098 | 14 57 | 150 19   | 138 11 | 40 9   |
| 1907 BF.....                     | 4  | XI 1907  | 2,989 | 1888 | 0,083 | 6 29  | 122 37   | 110 39 | 339 54 |
| 1908 CC.....                     | 2  | I 1908   | 2,537 | 1473 | 0,103 | 15 44 | 301 22   | 156 39 | 264 2  |
| 1908 CV.....                     | 2  | II 1908  | 3,198 | 2686 | 0,303 | 13 42 | 288 11   | 131 57 | 36 49  |
| 1908 DC.....                     | 26 | IV 1908  | 3,226 | 2117 | 0,126 | 19 56 | 322 2    | 209 13 | 194 49 |
| 1908 EP.....                     | 28 | X 1908   | 2,773 | 1686 | 0,000 | 15 30 | 121 23   | 55 47  | .....  |



## ÉLÉMENTS ÉCLIPTIQUES DES SATELLITES

Dans les Tableaux ci-après on désigne par  $L$  la longitude moyenne du satellite, par  $\Omega$  la longitude du nœud ascendant, par  $\omega$  l'angle compris entre la ligne des nœuds et la ligne des apsides, par  $i$  l'inclinaison, par  $e$  l'excentricité, par  $a$  le demi-grand axe de l'orbite, exprimé en unités du demi-diamètre équatorial de la planète, par  $T$  la durée de la révolution sidérale, exprimée en jours, heures, minutes et secondes de temps moyen, et par  $m$  la masse du satellite, celle de la planète étant l'unité. Les éléments de tous les satellites se rapportent à l'écliptique. Les inclinaisons sont comptées de  $0^\circ$  à  $180^\circ$ . Les époques sont données en temps moyen civil de Paris. Les masses des satellites de Saturne sont très incertaines.

### Satellites de Mars

|                       | PHOBOS       | DEIMOS       |
|-----------------------|--------------|--------------|
| Auteurs . . . . .     | ASAPH HALL   | ASAPH HALL   |
| Date de la déc. . . . | 17 août 1877 | 11 août 1877 |

Équinoxe et écliptique moyens 1880,0

Époque 1894, septembre 30,5

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| $L$ . . . . .      | 283°. 3',4  | 178°. 54',0  |
| $\Omega$ . . . . . | 80. 47,5  | 81. 6,2  |
| $\omega$ . . . . . | 177. 43   | 143. 47  |
| $i$ . . . . .      | 27. 28,5  | 27. 24,4   |
| $e$ . . . . .      | 0,0217  | 0,0031   |
| $a$ . . . . .      | 2,70  | 6,74   |
| $T$ . . . . .      | 7 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> ,9 | 1 <sup>j</sup> 6 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup> ,9 |

Autorité : H. STRUVE. *Mémoires de l'Académie de Saint-Petersbourg*, série VIII, t. VIII, n° 3.

## Satellites de Jupiter

|                    | I Io <sup>(1)</sup>  | II Europe <sup>(1)</sup>  | III Ganymède <sup>(1)</sup>  |
|--------------------|--|---|--|
| Auteurs.....       | GALILÉE <sup>(3)</sup>   | S. MARIUS   | GALILÉE <sup>(3)</sup>   |
| Date de la déc.... | 7 janvier 1610   | 8 janvier 1610  | 7 janvier 1610   |
| Équinoxe moyen...  | DE L'ÉPOQUE  | DE L'ÉPOQUE   | DE L'ÉPOQUE  |
| Époque .....       | 1850 janvier 0,5   | 1850 janvier 0,5  | 1850 janvier 0,5   |
| L.....             | <sup>0</sup> 148.43.54"  | <sup>0</sup> 14.20. 6   | <sup>0</sup> 37. 7.33"   |
| ∞.....             | 335.45. 0  | 336.55.16   | 341.30.23  |
| ω.....             |  |   | 235.18.32  |
| i.....             | 2. 8. 3  | 1.38.57   | 1.59.53  |
| e.....             |  |   | 0,001316   |
| a.....             | 5,933  | 9,439   | 15,057   |
| T.....             | 1 <sup>j</sup> 18 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> , 50  | 3 <sup>j</sup> 13 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup> , 04 | 7 <sup>j</sup> 3 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> , 39 |
| m.....             | 0,000016877  | 0,000023227   | 0,000088437  |
|                    | IV Callisto <sup>(1)</sup>   | V <sup>(2)</sup>  |  |
| Auteurs.....       | GALILÉE <sup>(3)</sup>   | BARNARD   |  |
| Date de la déc.... | 7 janvier 1610   | 9 septembre 1892  |  |
| Équinoxe moyen...  | DE L'ÉPOQUE  | DE L'ÉPOQUE   |  |
| Époque .....       | 1850 janvier 0,5   | 1892 novembre 1,5   |  |
| L.....             | <sup>0</sup> 164.12.59   | <sup>0</sup> 357. 3.54"   |  |
| ∞.....             | 344.56.46  | 342. 1  |  |
| ω.....             | 266.40.56  | 0.33  |  |
| i.....             | 1.57. 0  | 2.20.23   |  |
| e.....             | 0,007243   | 0,00501   |  |
| a.....             | 26,486   | 2,55  |  |
| T.....             | 16 <sup>j</sup> 16 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup> , 20 | 0 <sup>j</sup> 11 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> , 68 |  |
| m.....             | 0,000042475  |   |  |

(<sup>1</sup>) DAMOISEAU, *Tables écliptiques des satellites de Jupiter*, et BESSEL, *Détermination de la masse de Jupiter* — (<sup>2</sup>) COHN, *A. N.*, n° 3404. —  
 (<sup>3</sup>) Aussi par S. MARIUS (S. MAYER), le 8 janvier 1610.

## Satellites de Jupiter (Suite)

|                    | VI (1)                | VII (2)               | VIII (3)              |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Auteurs.....       | PERRINE (4)           | PERRINE (4)           | MELOTTE (4)           |
| Date de la déc.... | 3 décembre 1904       | 2 janvier 1905        | 27 janvier 1908       |
| Équinoxe moyen...  | 1905,0                | 1905,0                | 1908,0                |
| Époque.....        | 1905 janvier 0,5      | 1905 janvier 0,5      | 1908 mai 3,5          |
| L.....             | 286.23 <sup>0</sup> ' | 333.33 <sup>0</sup> ' | 278.59 <sup>0</sup> ' |
| ♄.....             | 179.21                | 237.14                | 277.27                |
| ω.....             | 90.35                 | 99.25                 |                       |
| i.....             | 28.56                 | 31.0                  | 148.52                |
| e.....             | 0,156                 | 0,0246                | 0,33                  |
| a.....             | 160                   | 167                   | 357                   |
| T.....             | 251j                  | 265j                  | 26 mois               |

## Satellites de Saturne

|                    | I. MIMAS (5)   | II. ENCELADE (5)                                    |
|--------------------|--|---|
| Auteurs.....       | W. HERSCHEL  | W. HERSCHEL   |
| Date de la déc.... | 18 juillet 1789                                      | 29 août 1789  |
| Équinoxe moyen...  | 1889,25  | 1889,25   |
| Époque.....        | 1889 mars 31,5                                       | 1889 mars 31,5                                      |
| L.....             | 85.22,0 <sup>0</sup> '                               | 198. 3,7 <sup>0</sup> '                             |
| ♄.....             | 164.43,1   | 167.58,0  |
| ω.....             | 301.10   | 139.58  |
| i.....             | 27.29,6  | 28. 4,3   |
| e.....             | 0,0190   | 0,0046  |
| a.....             | 3.07   | 3,94  |
| T.....             | 0j 22 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> .3 | 1j 8 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup> .8 |
| m.....             | 0,00000007   | 0,00000025  |

(1) F.-E. Ross, *A. N.*, n° 4042. — (2) F.-E. Ross, *Bull. Lick Observatory*, n° 82. — (3) COWELL et CROMMELIN, *M. N.*, t. LXVIII, p. 581. — (4) Découvert photographiquement. — (5) H. STRUVE, *Publications de l'observatoire de Poutkovo*, série II. t. XI.

## Satellites de Saturne (Suite)

|                     | III. TÉTHYS <sup>(1)</sup> | IV. DIONÉ <sup>(1)</sup> |
|---------------------|----------------------------|--------------------------|
| Auteurs .....       | J.-D. CASSINI              | J.-D. CASSINI            |
| Date de la déc....  | 21 mars 1684               | 21 mars 1684.            |
| Équinoxe moyen...   | 1889, 25                   | 1889, 25                 |
| Époque.....         | 1889 mars 31,5             | 1889 mars 31,5           |
| L.....              | $284^{\circ}.48',7$        | $252^{\circ}.58',3$      |
| $\varnothing$ ..... | $166.4,3$                  | $168.5,1$                |
| $\omega$ .....      |                            | $356.48$                 |
| $i$ .....           | $28.40,5$                  | $28.4,4$                 |
| $e$ .....           |                            | $0,0026$                 |
| $a$ .....           | $4,87$                     | $6,25$                   |
| T.....              | $1^j 21^h 18^m 26^s,2$     | $2^j 17^h 41^m 9^s,5$    |
| $m$ .....           | $0,00000110$               | $0,00000187$             |
|                     | V. RHÉA <sup>(1)</sup>     | VI. TITAN <sup>(1)</sup> |
| Auteurs .....       | J.-D. CASSINI              | HUYGENS                  |
| Date de la déc....  | 23 déc. 1672               | 25 mars 1655             |
| Équinoxe moyen...   | 1889, 25                   | 1890, 0                  |
| Époque.....         | 1889 mars 31,5             | 1890 janv. 0.5           |
| L.....              | $357^{\circ}.51',7$        | $260^{\circ}.18',3$      |
| $\varnothing$ ..... | $167.48,6$                 | $168.17,8$               |
| $\omega$ .....      | $137.9$                    | $107.57$                 |
| $i$ .....           | $28.22,8$                  | $27.39,7$                |
| $e$ .....           | $0,0009$                   | $0,02886$                |
| $a$ .....           | $8,73$                     | $20,22$                  |
| T.....              | $4^j 12^h 25^m 12^s,2$     | $15^j 22^h 41^m 27^s,0$  |
| $m$ .....           | $0,00000100$               | $0,00021277$             |

(<sup>1</sup>) H. STRUVE, *Publications de l'observatoire de Poulkovo, série II*, t. XI.

## Satellites de Saturne (Suite)

|                    | VII. HYPÉRION <sup>(1)</sup>                                       | VIII. JAPET <sup>(2)</sup>   |
|--------------------|--|--|
| Auteurs.....       | G.-P. BOND <sup>(3)</sup>  | J.-D. CASSINI  |
| Date de la déc.... | 16 septembre 1848  | 25 octobre 1671  |
| Équinoxe moyen...  | 1890,0   | DE L'ÉPOQUE  |
| Époque.....        | 1890 janvier 0,5   | 1885 septembre 1,5   |
| L.....             | 301. 12', 3  | 75. 24', 6   |
| ♄.....             | 169. 27', 6  | 142. 12', 4  |
| ω.....             | 90. 14   | 211. 48  |
| i.....             | 27. 14, 9  | 18. 28, 3  |
| e.....             | 0, 1291  | 0, 02836   |
| a.....             | 24, 49   | 58, 91   |
| T.....             | 21 <sup>d</sup> 6 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup> , 9 | 79 <sup>d</sup> 7 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 22 <sup>s</sup> , 7 |
| m.....             |  | < 0,00001  |
|                    | IX. PHÉBÉ <sup>(4)</sup>   | X. THÉNIS <sup>(5)</sup>   |
| Auteurs.....       | W.-H. PICKERING <sup>(6)</sup>                                     | W.-H. PICKERING <sup>(6)</sup>                                     |
| Date de la déc.... | 16 août 1898   | 16 avril 1904  |
| Équinoxe moyen...  | 1900,0   | De l'époque  |
| Époque.....        | 1900 janv. 0,5   | 1904 avril 12,0  |
| L.....             | 343. 8', 7   | 300. 59'   |
| ♄.....             | 224. 31  | 164. 42  |
| ω.....             | 66. 31   | 136. 24  |
| i.....             | 175. 5   | 39. 6  |
| e.....             | 0, 1659  | 0, 23  |
| a.....             | 214  | 24, 2  |
| T.....             | 550 <sup>d</sup> 10 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>                   | 20 <sup>d</sup> 20 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>                    |

(1) H. STRUVE, *Publications de l'observatoire de Poulkovo*, série II, t. XI. — (2) H. STRUVE, *Supplément 1 aux Observations de Poulkovo*. — (3) Aussi par LASSEL, le 13 septembre 1848. — (4) F.-E. ROSS, *Ann. de Harvard*, t. LIII, p. 134 et 142. — (5) W.-H. PICKERING, *Ann. de Harvard*, t. LIII, p. 182. — (6) Découvert photographiquement. La date du premier cliché est donnée comme date de découverte.

### Anneaux de Saturne

D'après H. STRUVE, on a, pour l'équinoxe et l'époque de 1889,25,

$$\oslash = 167^{\circ}57',0 \quad \text{et} \quad i = 28^{\circ}5',6.$$

OTTO STRUVE donne pour les dimensions des anneaux :

|               |                                    |       |
|---------------|------------------------------------|-------|
| Demi-diamètre | extérieur de l'anneau extérieur... | 2,229 |
|               | intérieur de l'anneau extérieur..  | 1,962 |
|               | extérieur de l'anneau intérieur... | 1,916 |
|               | intérieur de l'anneau intérieur... | 1,482 |

le demi-diamètre équatorial de Saturne étant 1.

Durée de la rotation d'après W. HERSCHEL :  $10^h 32^m 15^s$ .

Masse d'après M. TISSERAND :  $\frac{1}{820}$  de la masse de Saturne.

### Satellites d'Uranus

|                    | ARIEL        | UMBRIEL      |
|--------------------|--------------|--------------|
| Auteurs.....       | LASSELL      | LASSELL      |
| Date de la déc.... | 24 oct. 1851 | 24 oct. 1851 |

Équinoxe et écliptique moyens de 1850,0

Époque 1871, décembre 31,5

|                 | <sup>0</sup><br>153. 2   | <sup>0</sup><br>275.41  |
|-----------------|--|---|
| L.....          |  |   |
| $\oslash$ ..... | 167.20   | 164. 6  |
| $\omega$ .....  | 196.26   | 158.33  |
| $i$ .....       | 97.58  | 98.21   |
| $e$ .....       | 0,020  | 0,010   |
| $a$ .....       | 7,04   | 9,91  |
| T.....          | 2 <sup>d</sup> 12 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 21 <sup>s</sup> , 1 | 4 <sup>d</sup> 3 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 37 <sup>s</sup> , 2 |

Autorité : NEWCOMB, *The Uranian and Neptunian systems.*

## Satellites d'Uranus (Suite)

|                    | TITANIA       | OBERON        |
|--------------------|---------------|---------------|
| Auteurs .....      | W. HERSCHEL   | W. HERSCHEL   |
| Date de la déc.... | 11 janv. 1787 | 11 janv. 1787 |

Équinoxe et écliptique moyens de 1850,0

Époque 1871, décembre 31,5

|        | <sup>0</sup>  | <sup>0</sup>   |
|--------|---|--|
| L..... | 20.26'  | 308.21'  |
| ♂..... | 165.32  | 165.17   |
| ω..... | 93.33   | 149.46   |
| i..... | 97.47   | 97.54  |
| e..... | 0,00106   | 0,00383  |
| a..... | 16,11   | 21,54  |
| T..... | 8j 16 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> ,5 | 13j 11 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup> ,4 |

Autorité : NEWCOMB, *The Uranian and Neptunian systems.*

## Satellite de Neptune

DÉCOUVERT PAR LASSELL, LE 10 OCTOBRE 1846

Équinoxe moyen de 1890.0

Époque 1890, janvier 0,5

|        | <sup>0</sup> |        | <sup>0</sup>   |
|--------|--------------|--------|--|
| L..... | 65° 8',8     | e..... | 0,0070   |
| ♂..... | 187.25       | a..... | 14,73  |
| ω..... | 262.23       | T..... | 5j 21 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup> ,4 |
| i..... | 142.40       |        |  |

Autorité : H. STRUVE, *Mémoires de l'Académie de Saint-Petersbourg*, t. XLII, n° 4.

# ÉLÉMENTS DES COMÈTES PÉRIODIQUES DONT LE RETOUR A ÉTÉ OBSERVÉ

| N° | NOM                 | DURÉE<br>de la<br>révolution<br>sidérale | ÉPOQUE<br>du passage au périhélie<br>(temps moyen civil) | DISTANCE<br>périhélie | DISTANCE<br>aphélie | e<br>Excentricité |
|----|---------------------|--|--|-----------------------|---------------------|-------------------|
| 1  | Encke (¹).....      | ans<br>3,297                             | 1908. Mai  | 0,338041              | 4,092495            | 0,8474041         |
| 2  | Tempel.....         | 5,279                                    | 1904. Nov.   | 1,387865              | 4,675499            | 0,5422122         |
| 3  | Brorsen.....        | 5,456                                    | 1890. Févr.  | 0,587759              | 5,610377            | 0,8103434         |
| 4  | Tempel-L. Swift.... | 5,681                                    | 1908. Oct.   | 1,153161              | 5,214215            | 0,6377926         |
| 5  | Winnecke.....       | 5,892                                    | 1909. Oct.   | 0,972518              | 5,552192            | 0,7018970         |
| 6  | De Vico.-E. Swift.  | 6,400                                    | 1901. Févr.  | 1,669603              | 5,224770            | 0,5156631         |
| 7  | Tempel.....         | 6,538                                    | 1898. Oct.   | 2,091139              | 4,901964            | 0,4019425         |
| 8  | Finlay.....         | 6,540                                    | 1906. Sept.  | 0,965382              | 6,028808            | 0,7239473         |
| 9  | D'Arrest .....      | 6,686                                    | 1897. Juin   | 1,326998              | 5,771400            | 0,6261134         |
| 10 | Riela (noyau 1).... | 6,692                                    | 1866. Janv.  | 0,879132              | 6,222893            | 0,7524228         |
| 10 | Riela (noyau 2).... | 6,693                                    | 1866. Janv.  | 0,879177              | 6,224036            | 0,7524565         |
| 11 | Wolf.....           | 6,823                                    | 1905. Mai  | 1,595267              | 5,599277            | 0,5565341         |

(¹) L'accélération du mouvement moyen est égale à + 0", 06772.



# ÉLÉMENTS DES COMÈTES PÉRIODIQUES DONT LE RETOUR A ÉTÉ OBSERVÉ (Suite)

| N° | $\pi$<br>Longitude<br>du périhélie | $\infty$<br>Longitude du<br>nœud ascendant | $i$<br>Inclinaison | ÉQUINOXE | ÉPOQUE<br>de l'osculation | CALCULATEUR  |
|----|------------------------------------|--|--------------------|----------|---------------------------|--|
| 1  | 0° 159' 5.23"                      | 334.29.18                                  | 0° 12.36.40"       | 1908, 0  | 1908. Févr. 22            | Kaminsky et Korolikowa,<br><i>A. N.</i> , n° 4241. |
| 2  | 306.44.30                          | 120.59.52                                  | 12.38.55           | 1904, 0  | 1904. Oct. 30             | Schulhof, <i>A. N.</i> , n° 3962.                  |
| 3  | 116.23.10                          | 101.27.34                                  | 29.23.48           | 1890, 0  | 1890. Févr. 24            | F. Lamp, <i>A. N.</i> , n° 2933.                   |
| 4  | 43.59.57                           | 290.18.40                                  | 5.26.33            | 1910, 0  | 1908. Sept. 23            | Maubant, <i>A. N.</i> , n° 4269.                   |
| 5  | 271.36.54                          | 99.21.20                                   | 18.16.58           | 1909, 0  | 1909. Oct. 4              | Hillebrand, <i>A. N.</i> , n° 4330.                |
| 6  | 348.56.56                          | 24.50.39                                   | 3.35.17            | 1900, 0  | 1900. Juill. 23           | Seares, <i>A. N.</i> , n° 3656, 3707.              |
| 7  | 241.16.4                           | 72.36.5                                    | 10.47.14           | 1898, 0  | 1898. Sept. 11            | Gautier, <i>C. R.</i> , t. CXXVI, 1259.            |
| 8  | 8.10.55                            | 52.22.38                                   | 3.3.6              | 1906, 0  | 1906. Août 1              | Schulhof, <i>A. N.</i> , n° 4106, 4109.            |
| 9  | 319.26.20                          | 146.25.11                                  | 15.42.32           | 1900, 0  | 1894. Déc. 31             | Leveau, <i>B. A.</i> , t. XX, p. 312.              |
| 10 | 109.40.18                          | 245.46.11                                  | 12.21.58           | de l'ép. | 1866. Janv. 26            | Clausen, <i>B. P.</i> , t. VIII, p. 60.            |
| 11 | 109.40.13                          | 245.45.13                                  | 12.22.13           | de l'ép. | 1866. Janv. 28            | Thraen, <i>A. N.</i> , n° 3940.                    |
|    | 19.19.38                           | 206.29.0                                   | 25.14.40           | 1900, 0  | 1904. Juin 12             |  |

# **ÉLÉMENTS DES COMÈTES PÉRIODIQUES DONT LE RETOUR A ÉTÉ OBSERVÉ (Suite)**

| N° | NOM            | DURÉE<br>de la<br>révolution<br>sidérale | ÉPOQUE<br>du passage au périhélie<br>(temps moyen civil) | DISTANCE<br>périhélie | DISTANCE<br>aphélie | e<br>Excentricité |
|----|----------------|--|--|-----------------------|---------------------|-------------------|
| 12 | Holmes.....    | ans<br>6,857                             | 1906. Mars<br>14.16. 1                                   | 2,121719              | 5,096915            | 0,4121574         |
| 13 | Brooks .....   | 7,101                                    | 1903. Déc.<br>6.22.14                                    | 1,958917              | 5,430188            | 0,4697824         |
| 14 | Faye .....     | 7,390                                    | 1903. Juin<br>4. 4.15                                    | 1,649722              | 5,937982            | 0,5651590         |
| 15 | Tuttle.....    | 13,667                                   | 1899. Mai<br>5. 0.30                                     | 1,019130              | 10,41330            | 0,8217125         |
| 16 | Pons-Brooks... | 71,56                                    | 1884. Janv.<br>26. 5.22                                  | 0,775729              | 33,69805            | 0,9549960         |
| 17 | Olbers .....   | 72,65                                    | 1887. Oct.<br>8.23.39                                    | 1,199118              | 33,62339            | 0,9311297         |
| 18 | Halley.....    | 76,0                                     | 1910. Avril<br>8. 0                                      | 0,5869                | 35,300              | 0,96729           |

# ÉLÉMENTS DES COMÈTES PÉRIODIQUES DONT LE RETOUR A ÉTÉ OBSERVÉ (Suite)

| N° | $\pi$<br>Longitude<br>du périhélie | $\oslash$<br>Longitude du<br>nœud ascendant | $i$<br>Inclinaison | ÉQUINOXE | ÉPOQUE<br>de l'osculation | CALCULATEUR  |
|----|------------------------------------|---|--------------------|----------|---------------------------|--|
| 12 | 346. 2.32                          | 331.45.41                                   | 20.48.53           | 1906,0   | 1906. Janv. 16            | Zwiers, <i>A. N.</i> , n° 4085.                        |
| 13 | 1.41.40                            | 18. 3.54                                    | 6. 3.44            | 1900,0   | 1903. Nov. 25             | Neugebauer, <i>B. J.</i> publ. 20.                     |
| 14 | 45.26.48                           | 206.28. 0                                   | 10.37.30           | 1900,0   | 1903. Mars 10             | Strömgren, <i>A. N.</i> , n° 3858                      |
| 15 | 116.29. 3                          | 269.49.54                                   | 54.29.16           | 1900,0   | 1899. Mai 5               | Rahts, <i>A. N.</i> , n° 3555.                         |
| 16 | 93.17.15                           | 254. 5.42                                   | 74. 2.36           | 1880,0   | 1884. Janv. 26            | Schulhof-Bossert, <i>A. N.</i> , n° 2569.              |
| 17 | 149.52.31                          | 84.32.20                                    | 44.34.16           | 1890,0   | 1887. Oct. 9              | Ginzel, <i>B. J.</i> publ. 3, p. 33.                   |
| 18 | 168.43                             | 57.11                                       | 162.13             | 1910,0   | 1910. Avril 8             | Cowell et Crommelin,<br><i>M. N.</i> , LXVIII, p. 393. |

## REMARQUES.

N<sup>os</sup>.

1. Observée en 1786, 1795, 1805, 1819 et dans les 25 apparitions ultérieures. L'accélération d'une apparition à l'autre était, jusqu'à 1858, de 0",10; elle est, depuis 1871, de 0",0693.
2. Observée en 1873, 78, 94, 99 et 1904.
3. Observée en 1846, 57, 68, 73 et 79. La comète s'est rapprochée, le 27 mai 1842, à 0,055 de Jupiter.
4. Observée en 1869, 80 et 91.
5. Observée en 1819, 58, 69, 75, 86, 92 et 98.
6. Visible à l'œil nu en 1678; télescopique, mais brillante, en 1844; extrêmement faible en 1894.
7. Observée en 1867, 73 et 79.
8. Observée en 1886, 93 et 1906.
9. Observée en 1851, 57, 70, 77, 90 et 97.
10. Observée en 1772, 1805, 26, 32, 46 et 52. Divisée, en 1846, en deux fragments qui sont encore retrouvés en 1852. Ces fragments ont donné naissance à de grandes chutes d'étoiles filantes observées en 1872 et 1885.
11. Observée en 1884, 91 et 98. S'est rapprochée de Jupiter, en juin 1875, à 0,121.
12. Observée en 1892, 99 et 1906.
13. Observée en 1889, 96 et 1903. A sa première apparition, elle était accompagnée de quatre fragments plus faibles. Le 19 juillet 1886 la comète touchait presque la surface de Jupiter.
14. Observée en 1843, 51, 58, 65, 73, 80, 88 et 95.
15. Observée en 1790, 1858, 71, 85 et 99.
16. Observée en 1812 et 83.
17. Observée en 1815 et 87.
18. Apparue en — 12, 66, 141, 218, 295, 373, 451, 530, 608, 684, 760, 837, 989, 1066, 1145, 1301, 1378, 1456, 1531, 1607, 1682, 1759 et 1835.

## COMÈTES APPARUES EN 1908.

## ABRÉVIATIONS.

T = époque de passage au périhélie, en temps moyen civil de Paris; Ép. = époque de l'osculation; M = anomalie moyenne;  $\log q$  = logarithme de la distance périhélie;  $e$  = excentricité;  $\mu$  = moyen mouvement diurne;  $\pi$  = longitude du périhélie;  $\oslash$  = longitude du nœud ascendant;  $i$  = inclinaison;  $\varphi$  = angle d'excentricité; Éq = Équinoxe moyen; R = durée de révolution en années.

Nous avons indiqué deux ordres chronologiques différents : l'un par les lettres de l'alphabet, pour les dates successives des découvertes; l'autre par les chiffres romains, pour les époques des passages aux périhélies. Nous croyons ainsi éviter les ambiguïtés qui rendent souvent si difficiles les recherches relatives à une même comète.

Dans les éléments, nous avons adopté l'usage des astronomes modernes, consistant à ne pas distinguer entre les mouvements directs et rétrogrades, en comptant les inclinaisons de  $0^\circ$  à  $180^\circ$ .

Pour obtenir les éléments d'une comète rétrograde dans l'ancienne forme, on n'aura qu'à prendre pour l'inclinaison cherchée le supplément de l'inclinaison donnée et, pour la longitude du périhélie, on retranchera celle qui est donnée du double de la longitude du nœud ascendant.

Si donc on désigne respectivement par  $i'$  et  $\pi'$  les éléments cherchés et par  $i$  et  $\pi$  les éléments correspondants donnés, on aura les relations

$$i' = 180 - i \quad \text{et} \quad \pi' = 2\oslash - \pi.$$

Les autres éléments sont les mêmes dans les deux systèmes.

Comète 1908 *a* (1907 VI).

En cherchant la comète d'Encke, longtemps avant son passage au périhélie, M. Wolf, à Heidelberg, trouva photographiquement, le 2 janvier, à 43' de la position de l'éphéméride, une faible comète, de la grandeur 12 à 13, dont il crut reconnaître, après coup, une trace incertaine sur une plaque prise le 25 décembre 1907. Comme le mouvement de cet astre ne différait pas beaucoup de celui de la comète d'Encke, M. Wolf était convaincu de leur identité et ne la photographiait plus que cinq fois, les 13, 14, 15, 18 et 19 janvier. Après cette dernière date, la comète, qui était assez brillante pour impressionner la plaque en quatre minutes, disparaissait dans les crépuscules sans avoir été suivie dans d'autres observatoires.

Étonné des grands écarts entre ces six positions et l'éphéméride, M. Backlund mit en doute l'identité présumée. Il calcula, avec M. Kamenski, plus exactement les perturbations très considérables que la comète d'Encke avait subies de la part de Jupiter entre 1901 et 1904 et démontra l'impossibilité de représenter les six observations avec les variations admissibles des éléments. Par une coïncidence remarquable, le nœud et l'inclinaison de l'orbite parabolique de M. Ebell, que nous donnons ci-après, sont très ressemblants à ceux de la comète d'Encke. Aussi M. Weiss émit l'opinion que cette comète s'était, depuis 1901, divisée en deux parties, dont l'une serait la comète de M. Wolf; il essaya de décider la question par le calcul, sans aboutir à une réponse certaine, à cause de l'intervalle trop court des observations extrêmes. Tout récemment, M. Ebell a repris le sujet, également avec un résultat négatif; il est certain qu'aucune relation n'existe entre les deux comètes.

La discussion provisoire des observations de la comète d'Encke en 1908, faite par M. Ebell, indique seulement une correction de l'anomalie moyenne

d'environ  $-3'$ . Il faudrait, dans le cas d'une division, que la comète ait elle-même sensiblement modifié son mouvement, autrement un corps détaché ne pourrait pas suivre une marche aussi différente de la sienné.

Voici les éléments très incertains de M. Ebell :

$$\begin{aligned} \text{Éq.} &= 1908,0; \quad T = 1907 \text{ déc. } 6,0262; \quad \log q = 0,58448; \\ \pi &= 356^{\circ} 32', 84; \quad \varnothing = 327^{\circ} 34', 24; \quad i = 10^{\circ} 26', 99. \end{aligned}$$

### Comète 1908 *b* (1908 I). Comète d'Encke.

Nous avons vu plus haut que la tentative de M. Wolf pour retrouver la comète d'Encke avant son passage au périhélie avait échoué, tout en amenant la découverte d'une comète. Les deux astres ont dû se trouver simultanément sur les plaques exposées, mais on n'a pu déceler sur aucune d'elles la moindre trace d'un deuxième corps. M. Ebell trouve, par la discussion de toutes les données concernant l'éclat de la comète dans les deux apparitions précédentes, qu'elle a dû être, en janvier 1908, au-dessous de la grandeur 16,5; dans ces conditions, il n'y a rien d'étonnant qu'on n'ait pas pu la photographier.

La comète ne fut découverte qu'après son passage au périhélie, après sa sortie des brumes de l'horizon, par M. Woodgate, au Cap, qui en obtenait des positions photographiques: en outre, M. Ross, à Melbourne, l'a observée visuellement les 3 et 8 juin. D'après M. Ross, elle avait une étendue de  $3'$  et possédait une condensation stellaire.

Entre 1901 et 1904, la comète s'est rapprochée à moins de 1 de Jupiter, presque au minimum de sa distance. M. Backlund remarque que l'apparition de 1908 devait être en tout semblable à celle de 1832, étant donné que 76 fois le mouvement diurne de la Terre est fort approximativement égal à 23 fois le mouvement de la comète.

*Éléments de M. Kamensky et M<sup>lle</sup> Korolikowa.*

Éq. = 1908,0; Ép. = fév. 22,0;  $\mu$  = + 1076", 1363;  
 $M = 339^{\circ} 27' 8'', 7$ ;  $\pi = 159^{\circ} 5' 23'', 3$ ;  $\oslash = 334^{\circ} 29' 17'', 6$ ;  
 $i = 12^{\circ} 36' 40'', 5$ ;  $\varphi = 57^{\circ} 55' 49'', 6$ .

**Comète 1908 c (1908 III).**

Belle comète, découverte photographiquement, presque quatre mois avant son passage au périhélie, par M. Morehouse, à Des Moines (Iowa), le 1<sup>er</sup> septembre et, indépendamment, deux jours plus tard, visuellement par M. Borrelly, à Marseille. A cette époque, elle était, à l'œil, ronde, large de 2', sans noyau défini et ne présentait qu'une vague queue très courte; la tête, de structure granulée, avait un diamètre de 45": l'éclat total égalait celui d'une étoile de la 9<sup>e</sup> grandeur. Par contre, la photographie de M. Morehouse la montre brillante, avec une longue queue.

L'éclat de la comète augmenta lentement, en général en assez bon accord avec la loi photométrique, mais présentant néanmoins, de temps en temps, des écarts sensibles. Devenue visible à l'œil nu, dès le 20 septembre, elle atteignit, au maximum d'éclat, vers le milieu de novembre, la grandeur 5,5.

Les observations visuelles montrent des changements notables dans l'intensité lumineuse, les dimensions et la forme de la queue. D'après M. Thiele, à Copenhague, sa longueur variait de 10' à 2°; sa largeur, à 10' de la tête, entre 15' et 40'; les fluctuations étaient peut-être de nature périodique; la plus grande longueur fut constatée aux dates de septembre 12, 15, 20, 23 à 27; octobre 4 et 5. Le 15 septembre, la queue longue de 15' s'étale en éventail; d'autres fois elle est tantôt droite et étroite, tantôt divisée en plusieurs branches. Le 20 septembre, longue de 1°,5, elle forme, à 12' de la tête, un coude.

Les plus grandes anomalies ont lieu entre sep-



tembre 30 et octobre 1 et entre octobre 15 et 16. Le 30 septembre, la queue prenait de plus en plus la forme d'un cône dont le sommet était dirigé vers la tête; le 1<sup>er</sup> octobre, toute la matière se montrait presque complètement détachée de la tête, à la distance de 1°; on n'apercevait entre elles que de faibles bandes droites. On put encore, pendant quelques jours, suivre la marche de la partie détachée. Le 15 octobre, la matière de la queue, située à 0°,5 de la tête, formait un coude d'environ 15', pour revenir brusquement dans la première direction; ce coude avait une plus grande intensité lumineuse que le reste de la queue.

Suivant M. Barnard, le phénomène produisait l'impression que cette partie de la matière avait frappé contre un obstacle et fut ainsi contrainte de revenir en arrière. Le lendemain cette même partie était déjà éloignée de 1°,5 de la tête et formait cinq nuages lumineux séparés, situés côte à côte, à peu près à la même distance du noyau. La longueur maxima de la queue a été estimée, à l'œil, de 7° le 27 octobre.

M. Wolf donne dans le n° 4297 des *Astronomische Nachrichten* une belle et vivante description des divers phénomènes observés. D'après lui, la comète ne présentait aucun véritable noyau, mais seulement des traces d'un ou plusieurs petits noyaux. La queue était un complexe de nombreuses ondes ou plutôt de vagues qui s'entrecroisaient et se pénétraient; on pouvait les comparer à des cheveux ondulés et bouclés. Tantôt les ondes, d'une intensité variable à différentes distances de la tête, couraient parallèlement; tantôt elles s'entrechoquaient ou passaient les unes par-dessus les autres. Sur les photographies du 29 octobre, par exemple, on constate 29 bandes dont chacune est tissée de nombreux filaments. Le faisceau intérieur présente une véritable succession rythmique de parties brillantes et peu lumineuses.

La longueur des ondes croît proportionnellement avec la distance au noyau; cette longueur est de 2' $\frac{1}{2}$ , 3' $\frac{1}{2}$ , 6', 8', 7' respectivement à 7', 10', 17', 18', 22' de la tête. L'amplitude des ondes est également

à peu près proportionnelle aux distances : elle est de 12", 19", 100", 130" respectivement à 7', 40', 78', 105' de la tête. Ces ondes forment de véritables spirales dont le diamètre apparent augmente proportionnellement à la distance du noyau.

Etudiés au stéréoscope, ces faisceaux s'étalent clairement dans trois groupes, situés dans des plans qui sont inclinés l'un sur l'autre de 3° à 8°. Plus loin du noyau, où les faisceaux se confondent, ils forment des nuages que divers astronomes ont constatés. Les nuages observés les 30 septembre et 1<sup>er</sup> octobre ressemblaient étonnamment à ceux des 15 et 16 octobre.

La vitesse apparente avec laquelle les particules se meuvent (M. Wolf croit que ce sont plutôt les points d'intersection optique des divers faisceaux qui se déplacent continuellement) augmente d'abord rapidement avec la distance à la tête et ne grandit plus ensuite que très lentement. Sur une même coupe transversale, perpendiculaire au rayon vecteur, la vitesse des différents points situés à la même distance du noyau est bien différente. Contre toute attente, les parties de la queue, qui dans la direction de la trajectoire de la comète sont en arrière, marchent plus rapidement que celles qui les précèdent. Des vitesses particulièrement grandes se présentent dans les points d'inflexion, là où change la direction des ondes.

L'étude du spectre a également révélé beaucoup de particularités intéressantes. Tantôt on n'apercevait aucune trace de spectre continu, tantôt on pouvait le suivre jusque dans la queue; certaines lignes du spectre purent être suivies jusqu'à 8° du noyau. A Mendon et à l'Observatoire Lick, on constata le dédoublement des lignes du spectre; la distance des lignes doubles était proportionnelle à leurs longueurs d'onde. M. Deslandres en conclut, d'après le principe Doppler-Fizeau, à de grandes vitesses de la matière cométaire. M. Campbell n'admet pas cette explication. Suivant lui, l'intervalle entre les lignes doubles, observé par M. Deslandres le 14 octobre et le 1<sup>er</sup> novembre, et par lui le

28 novembre, est resté constant et correspondait à un mouvement de  $1450^{\text{km}}$  par seconde, suivant le rayon visuel, ce qui équivaut, pour les trois dates mentionnées, à des vitesses de  $2040^{\text{km}}$ ,  $2240^{\text{km}}$  et  $1840^{\text{km}}$  respectivement, le long de la queue, ou bien à  $2040^{\text{km}}$ ,  $1920^{\text{km}}$  et  $2380^{\text{km}}$ , suivant une coupe transversale de la queue. Comme, d'autre part, on n'a remarqué aucune polarisation, on ne peut non plus attribuer le dédoublement au phénomène de Zeeman: l'explication du fait reste encore à trouver.

La comète passait les 18 et 19 octobre sur deux étoiles de la grandeur 10,5 et le 30 octobre sur l'étoile B. D. n° 3708 + 25°, sans les affaiblir. A Potsdam, on a observé méthodiquement le passage de la comète et de sa queue sur diverses étoiles, en mesurant photométriquement la grandeur de ces étoiles pendant le passage et consécutivement.

La comète n'a pu être suivie dans nos latitudes que jusque vers le milieu de décembre, elle descendait de plus en plus dans l'hémisphère austral, presque jusqu'à la déclinaison  $-80^\circ$ . M. Ristenpart, à Santiago de Chili, paraît être le premier qui l'ait observée après le passage au périhélie. Depuis le mois de juillet, elle se trouve de nouveau dans notre hémisphère, mais dans une position très australe et trop près du Soleil: on peut espérer qu'on l'observera encore aux instruments les plus puissants.

*Éléments de M. Kobold.*

Éq. = 1908,0; T = déc. 25,79225;  $\log q = 9.975317$ ;  
 $\pi = 274^\circ 47' 41'', 5$ ;  $\Omega = 103^\circ 9' 50,6$ ;  $i = 140^\circ 10' 52'', 6$ .

**Comète 1908 d (1908 II). Comète Tempel-Swift.**

La prédiction pour cette apparition a été fournie par M. Maubant qui a dû se contenter de calculer approximativement les perturbations très considérables que la comète avait subies depuis 1891, de

la part de Jupiter dont elle s'était très sensiblement rapprochée. Malgré le grand écart de l'éphéméride et la grande faiblesse de l'astre, l'infatigable chercheur, M. Javelle, l'a retrouvé à Nice le 29 septembre.

La correction de l'instant du passage au périhélie monte à  $+3^{\text{h}} 65$ . Comme la correction en 1901 était tout à fait analogue, M. Maubant émet l'hypothèse que la comète subit, à chaque retour, une retardation. Le calcul rigoureux des perturbations pourra seul nous renseigner si réellement la jonction des différentes apparitions exige l'introduction d'une retardation. Dans ces conditions, la découverte de cette apparition est particulièrement heureuse, vu que l'intensité lumineuse de la comète, à ses prochains retours, sera bien faible.

La comète était, le 29 octobre, ronde, d'un diamètre de  $2'$  et présentait une légère condensation. La dernière observation a été effectuée par M. Barnard, à l'équatorial de 40 pouces de l'Observatoire Yerkes; à ce moment la comète était de la grandeur  $16\frac{1}{2}$  et n'avait qu'un diamètre de  $10''$  à  $15''$ .

#### *Éléments de M. Maubant.*

$$\begin{aligned} \text{Éq.} &= 1910,0; \text{Ep.} = 1908 \text{ sept. } 23,0; \mu = 624'', 6084; \\ M &= 358^{\circ} 37' 56'', 6; \pi = 43^{\circ} 59' 57'', 5; Q = 290^{\circ} 18' 40'', 3; \\ i &= 5^{\circ} 26' 33'', 3; \varphi = 39^{\circ} 37' 38'', 7. \end{aligned}$$

## ÉTOILES.

|  |     |
|--|-----|
| Jour sidéral.....                                      | 234 |
| Temps sidéral.....                                     | 234 |
| Coordonnées célestes.....                              | 234 |
| Ascension droite.....                                  | 234 |
| Déclinaison.....                                       | 234 |
| Hauteur, distance zénitale.....                        | 235 |
| Azimut.....  | 235 |
| Passage des étoiles au méridien.....                   | 235 |
| Temps sidéral à 12 <sup>h</sup> temps moyen civil..... | 237 |
| Heure du passage de la polaire au méridien..           | 238 |
| Plus grande digression de la polaire.....              | 239 |
| Positions moyennes des étoiles principales..           | 240 |
| Spectre des étoiles principales.....                   | 240 |

## ÉTOILES

Le **jour sidéral** est la durée de la rotation de la Terre; il est égal à  $23^{\text{h}}56^{\text{m}}\frac{4}{5},09$  de temps moyen.

Le **temps sidéral** est le temps écoulé depuis l'instant du passage du *point équinoxial vernal* au méridien, instant où l'on compte 0 heure; ce temps est exprimé en parties du jour sidéral. L'ascension droite d'un astre à son passage au méridien marque le temps sidéral à cet instant, et, s'il est question du Soleil moyen, il indique le temps sidéral à midi moyen astronomique ou  $12^{\text{h}}$  temps moyen civil.

**Coordonnées célestes.** — La position dans le ciel d'une étoile, ou d'un astre quelconque, se détermine au moyen de deux arcs de grand-cercle, dont l'ensemble forme les *coordonnées* de l'astre. Le système généralement employé est celui de l'*ascension droite* et de la *déclinaison*; les coordonnées sont alors rapportées à l'équateur céleste et à son pôle.

On fait aussi souvent usage de la *hauteur* et de l'*azimut*.

**Ascension droite.** — Angle que fait un cercle de déclinaison, ou *méridien céleste*, passant par le centre de l'astre avec celui passant par le point vernal. Les ascensions droites se comptent de  $0^{\circ}$  à  $360^{\circ}$  <sup>(1)</sup> sur l'équateur, de l'ouest vers l'est, c'est-à-dire dans le sens inverse du mouvement diurne apparent.

**Déclinaison.** — Distance angulaire d'un astre à l'équateur mesurée sur un méridien céleste passant

---

(<sup>1</sup>) Ou plus généralement de  $0^{\text{h}}$  à  $24^{\text{h}}$ . On divise alors la circonférence en 24 parties égales, ou heures ( $1^{\text{h}} = 15^{\circ}$ ); les heures en 60 minutes, etc.

par l'astre. Les déclinaisons se comptent de  $0^{\circ}$  à  $90^{\circ}$  à partir de l'équateur; elles sont positives dans l'hémisphère nord, négatives dans l'hémisphère sud.

**Hauteur.** — Arc de grand cercle passant par l'astre et le zénith du lieu d'observation et compris entre l'horizon et l'astre. La hauteur se compte à partir de l'horizon vers le zénith; le grand cercle qui la renferme est le *vertical* de l'astre. On sait que le *zénith* est l'intersection de la verticale du lieu avec la sphère céleste. Au lieu de la hauteur, on emploie la *distance zénithale*; c'est l'arc, compté sur le vertical, compris entre le zénith et l'astre.

Le petit cercle parallèle à l'horizon et passant par l'astre se nomme l'*almicantarat*.

**Azimut.** — Arc de l'horizon du lieu d'observation compris entre le méridien et le vertical de l'astre. On le compte sur l'horizon, de  $0^{\circ}$  à  $360^{\circ}$ , à partir du sud du méridien, en passant par l'ouest, le nord et l'est. L'azimut est aussi quelquefois compté de  $0^{\circ}$  à  $180^{\circ}$ , à l'est du méridien.

**Passage des étoiles au méridien.** — En retranchant le temps sidéral à  $12^h$ , temps moyen civil donné page 237, de l'ascension droite de l'étoile, on a l'intervalle sidéral écoulé depuis le midi moyen astronomique ( $12^h$  temps civil) jusqu'au moment du passage supérieur, et cet intervalle, multiplié par 0,9972696, exprimera l'heure moyenne de ce passage. L'ascension droite de l'étoile devra être augmentée de  $24^h$  si cela est nécessaire, pour rendre la soustraction possible.

L'ascension droite moyenne des étoiles diffère peu de leur ascension droite à leur passage supérieur, ou passage au méridien; on peut donc avoir une heure approchée du passage de l'étoile au

méridien en faisant usage des ascensions droites moyennes de la page 240 (1).

*Exemple.* — On demande l'heure moyenne astronomique approchée du passage de *Régulus* au méridien de Paris le 11 décembre 1910.

On trouve (p. 237) pour valeur du temps sidéral, à 12<sup>h</sup> temps moyen civil, le 7 décembre, 17<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> 29<sup>s</sup>, 1. Pendant les quatre jours du 7 au 11 décembre, il augmente de 15<sup>m</sup> 46<sup>s</sup>, 2, et, par suite, le temps sidéral le 11 décembre sera

$$17^h 1^m 29^s, 1 + 15^m 46^s, 2 = 17^h 17^m 15^s.$$

On aura donc

$$\text{Ascension dr. } \star + 24^h \dots \quad 34^h 3^m 35^s$$

$$\text{Décembre 11. T. s. à 12}^h \dots \quad 17 \quad 17 \quad 15$$

$$\text{Différence} = \mathcal{R} - \text{T. s.} \dots \quad 16^h 46^m 20^s$$

$$\text{Passage au méridien} \dots \quad 16^h 46^m 20^s \times 0,99727 \\ = 16^h 43^m 35^s,$$

ce qui veut dire que *Régulus* passera au méridien le 11 décembre, à 16<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 35<sup>s</sup> temps astronomique, ou le 12 décembre, à 4<sup>h</sup> 43<sup>m</sup> 35<sup>s</sup> temps civil. Si l'on avait voulu le passage de *Régulus* dans la journée civile du 11, il aurait fallu rapporter les calculs à la veille 10 décembre.

Lorsque l'heure moyenne d'un passage au méridien est comprise entre 0<sup>h</sup> et 0<sup>h</sup> 3<sup>m</sup> 56<sup>s</sup>, en y ajoutant un jour sidéral, ou 23<sup>h</sup> 56<sup>m</sup> 4<sup>s</sup> de temps moyen, on trouve un résultat plus petit que 24<sup>h</sup>. Il s'ensuit que, dans la journée civile considérée, il y a deux passages supérieurs de l'étoile au méridien.

Le passage inférieur arrive 11<sup>h</sup> 58<sup>m</sup> 2<sup>s</sup>, temps moyen, avant ou après le passage supérieur.

(1) Pour avoir un résultat plus exact, il faudrait employer les ascensions droites apparentes fournies par la *Connaissance des Temps*.



**Temps sidéral à 12<sup>h</sup>, temps moyen civil de Paris,  
pendant l'année 1910**

|         |    | h   | m   | s    |          |    | h   | m   | s    |
|---------|----|-----|-----|------|----------|----|-----|-----|------|
| Janvier | 1  | 18. | 41. | 0,2  | Juillet  | 10 | 7.  | 10. | 5,8  |
|         | 11 | 19. | 20. | 25,7 |          | 20 | 7.  | 49. | 31,4 |
|         | 21 | 19. | 59. | 51,3 |          | 30 | 8.  | 28. | 56,9 |
|         | 31 | 20. | 39. | 16,9 | Août     | 9  | 9.  | 8.  | 22,5 |
| Février | 10 | 21. | 18. | 42,4 |          | 19 | 9.  | 47. | 48,1 |
|         | 20 | 21. | 58. | 8,0  |          | 29 | 10. | 27. | 13,6 |
| Mars    | 2  | 22. | 37. | 33,5 | Septemb. | 8  | 11. | 6.  | 39,1 |
|         | 12 | 23. | 16. | 59,1 |          | 18 | 11. | 46. | 4,7  |
|         | 22 | 23. | 56. | 24,6 |          | 28 | 12. | 25. | 30,2 |
| Avril   | 1  | 0.  | 35. | 50,1 | Octobre  | 8  | 13. | 4.  | 55,7 |
|         | 11 | 1.  | 15. | 15,7 |          | 18 | 13. | 44. | 21,3 |
|         | 21 | 1.  | 54. | 41,2 |          | 28 | 14. | 23. | 46,8 |
| Mai     | 1  | 2.  | 34. | 6,8  | Novemb.  | 7  | 15. | 3.  | 12,4 |
|         | 11 | 3.  | 13. | 32,3 |          | 17 | 15. | 42. | 37,9 |
|         | 21 | 3.  | 52. | 57,9 |          | 27 | 16. | 22. | 3,5  |
|         | 31 | 4.  | 32. | 23,5 | Décemb.  | 7  | 17. | 1.  | 29,1 |
| Juin    | 10 | 5.  | 11. | 49,0 |          | 17 | 17. | 40. | 54,7 |
|         | 20 | 5.  | 51. | 14,6 |          | 27 | 18. | 20. | 20,3 |
|         | 30 | 6.  | 30. | 40,2 |          | 31 | 18. | 36. | 6,5  |

Le temps sidéral à 12<sup>h</sup>, temps moyen civil de Paris, pour un jour intermédiaire, s'obtiendra par la Table suivante, qui donne l'augmentation du temps sidéral pour 1, 2, 3, ..., 10 jours.

| Jours | Augmentation | Jours | Augmentation |
|-------|--------------|-------|--------------|
|       | m s          |       | m s          |
| 1     | 3.56,6       | 6     | 23.39,3      |
| 2     | 7.53,1       | 7     | 27.35,9      |
| 3     | 11.49,7      | 8     | 31.32,4      |
| 4     | 15.46,2      | 9     | 35.29,0      |
| 5     | 19.42,8      | 10    | 39.25,6      |

Soit  $t$  le temps sidéral à 12<sup>h</sup>, temps moyen civil de Paris; il sera, à 12<sup>h</sup> temps moyen civil local,  $t \pm n \times 0^s,164$  pour le lieu dont la longitude est de  $n$  minutes de temps.

La correction  $n \times 0^s,164$  est additive ou soustractive suivant que le lieu est à l'ouest ou à l'est de Paris.

A Brest, où  $n = 27^m 0^s$ , elle est égale à  $+4^s,1$ .

# **Heure du passage de l'étoile polaire au méridien de Paris en 1910**

(Temps moyen civil, compté de 0<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>)

|         |    | Passage<br>supérieur                   |         |    | Passage<br>supérieur                   |
|---------|----|--|---------|----|--|
|         |    | <sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup> |         |    | <sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup> |
| Janvier | 1  | 18.44.45                               | Juin    | 30 | 6.56.40                                |
|         | 11 | 18. 5.16                               | Juillet | 10 | 6.17.32                                |
|         | 21 | 17.25.46                               |         | 20 | 5.38.24                                |
|         |    | Passage<br>inférieur                   |         | 30 | 4.59.15                                |
|         | 21 | 5.27.44                                | Août    | 9  | 4.20. 5                                |
|         | 31 | 4.48.14                                |         | 19 | 3.40.56                                |
|         |    |  |         | 29 | 3. 1.45                                |
| Février | 10 | 4. 8.45                                | Sept.   | 8  | 2.22.33                                |
|         | 20 | 3.29.17                                |         | 18 | 1.43.20                                |
| Mars    | 2  | 2.49.50                                | Oct.    | 28 | 1. 4. 6                                |
|         | 12 | 2.10.24                                |         | 8  | 0.24.50                                |
|         | 22 | 1.31. 0                                |         |    | 0. 1.16                                |
| Avril   | 1  | 0.51.39                                |         | 14 | 23.57.20                               |
|         | 11 | 0.12.18                                |         | 18 | 23.41.36                               |
|         | 14 | 0. 0.31                                |         | 28 | 23. 2.17                               |
|         | 21 | 23.56.36                               | Nov.    | 7  | 22.22.57                               |
|         |    |  |         | 17 | 21.43.34                               |
|         |    |  |         | 27 | 21. 4. 9                               |
| Mai     | 1  | 22.49.49                               | Déc.    | 7  | 20.24.44                               |
|         | 11 | 22.10.36                               |         | 17 | 19.45.17                               |
|         | 21 | 21.31.23                               |         | 27 | 19. 5.48                               |
| Juin    | 31 | 20.52.11                               |         | 32 | 18.46. 4                               |
|         | 10 | 20.13. 2                               |         |    |  |
|         | 20 | 19.33.52                               |         |    |  |
|         | 30 | 18.54.43                               |         |    |  |

Soit  $p$  l'heure du passage au méridien de Paris; elle sera  $p \pm n \times 0^s,164$  pour le lieu dont la longitude est de  $n$  minutes de temps. La correction  $n \times 0^s,164$  est additive ou soustractive, suivant que le lieu est à l'est ou à l'ouest de Paris; elle est fort petite pour la France. A Brest, où  $n = 27^m$  O., elle est de  $4^s,4$  soustractive. Pour l'heure légale correspondante voir la note, p. 108.

**PLUS GRANDE DIGRESSION DE LA POLAIRE**  
**Valeurs de l'Azimut en 1910**

| LATITUDE<br>boréale | 1 <sup>er</sup><br>Janvier | 1 <sup>er</sup><br>Avril | 1 <sup>er</sup><br>Juillet | 1 <sup>er</sup><br>Octobre | 31<br>Décembre |
|---------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|
| 30°                 | 1° 21' 2"                  | 1° 21' 16"               | 1° 21' 36"                 | 1° 21' 12"                 | 1° 20' 38"     |
| 31                  | 1° 21' 52"                 | 1° 22' 6"                | 1° 22' 27"                 | 1° 22' 2"                  | 1° 21' 28"     |
| 32                  | 1° 22' 45"                 | 1° 22' 59"               | 1° 23' 20"                 | 1° 22' 55"                 | 1° 22' 21"     |
| 33                  | 1° 23' 41"                 | 1° 23' 55"               | 1° 24' 16"                 | 1° 23' 51"                 | 1° 23' 16"     |
| 34                  | 1° 24' 39"                 | 1° 24' 53"               | 1° 25' 15"                 | 1° 24' 49"                 | 1° 24' 14"     |
| 35                  | 1° 25' 40"                 | 1° 25' 55"               | 1° 26' 16"                 | 1° 25' 50"                 | 1° 25' 15"     |
| 36                  | 1° 26' 44"                 | 1° 26' 59"               | 1° 27' 21"                 | 1° 26' 55"                 | 1° 26' 19"     |
| 37                  | 1° 27' 52"                 | 1° 28' 7"                | 1° 28' 29"                 | 1° 28' 3"                  | 1° 27' 26"     |
| 38                  | 1° 29' 3"                  | 1° 29' 18"               | 1° 29' 41"                 | 1° 29' 14"                 | 1° 28' 37"     |
| 39                  | 1° 30' 18"                 | 1° 30' 33"               | 1° 30' 56"                 | 1° 30' 29"                 | 1° 29' 51"     |
| 40                  | 1° 31' 36"                 | 1° 31' 52"               | 1° 32' 15"                 | 1° 31' 47"                 | 1° 31' 9"      |
| 41                  | 1° 32' 59"                 | 1° 33' 15"               | 1° 33' 38"                 | 1° 33' 10"                 | 1° 32' 32"     |
| 42                  | 1° 34' 26"                 | 1° 34' 42"               | 1° 35' 5"                  | 1° 34' 37"                 | 1° 33' 58"     |
| 43                  | 1° 35' 57"                 | 1° 36' 13"               | 1° 36' 37"                 | 1° 36' 8"                  | 1° 35' 29"     |
| 44                  | 1° 37' 33"                 | 1° 37' 49"               | 1° 38' 14"                 | 1° 37' 45"                 | 1° 37' 4"      |
| 45                  | 1° 39' 14"                 | 1° 39' 31"               | 1° 39' 56"                 | 1° 39' 26"                 | 1° 38' 45"     |
| 46                  | 1° 41' 1"                  | 1° 41' 18"               | 1° 41' 43"                 | 1° 41' 13"                 | 1° 40' 31"     |
| 47                  | 1° 42' 53"                 | 1° 43' 11"               | 1° 43' 37"                 | 1° 43' 6"                  | 1° 42' 23"     |
| 48                  | 1° 44' 52"                 | 1° 45' 10"               | 1° 45' 36"                 | 1° 45' 5"                  | 1° 44' 21"     |
| 49                  | 1° 46' 57"                 | 1° 47' 15"               | 1° 47' 42"                 | 1° 47' 10"                 | 1° 46' 26"     |
| 50                  | 1° 49' 10"                 | 1° 49' 28"               | 1° 49' 56"                 | 1° 49' 23"                 | 1° 48' 38"     |
| 51                  | 1° 51' 30"                 | 1° 51' 49"               | 1° 52' 17"                 | 1° 51' 43"                 | 1° 50' 57"     |
| 52                  | 1° 53' 58"                 | 1° 54' 17"               | 1° 54' 46"                 | 1° 54' 12"                 | 1° 53' 25"     |

L'azimut de la polaire ne changeant qu'insensiblement autour de sa plus grande digression, celle-ci fournit un excellent moyen de tracer la méridienne, même dans le cas où l'on ne connaît qu'approximativement le temps local.

Pour les latitudes boréales comprises entre 30° et 52°, l'instant de la plus grande digression *orientale* ou *occidentale* a lieu environ 5h 54<sup>m</sup>, temps moyen, avant ou après le passage supérieur, ou bien 6h 4<sup>m</sup> après ou avant le passage inférieur. L'heure du passage supérieur ou inférieur est donnée p. 238.

En observant la polaire à l'un des deux instants indiqués, on trouvera dans la Table ci-dessus, avec l'argument *Latitude*, sa déviation azimutale par rapport au méridien.

## POSITIONS MOYENNES D'ÉTOILES

pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910

(Voir Note page 248.)

| NOM                          | SPECTRE | GRANDEUR | ÉCLAT | ASC. DROITE<br>( temps<br>sidéral )    | DÉCLINAISON   |
|------------------------------|---------|----------|-------|--|---------------|
|                              |         |          |       | <sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup> |               |
| α Andromède (Sirrah) [d]     | A p     | 2, 1     | 0, 36 | 0 3 44                                 | 28° 35' 37" B |
| β Cassiopée (Caph) . . . .   | F 5     | 2, 4     | 0, 28 | 0 4 22                                 | 58 39 12 B    |
| γ Pégase (Algenib) . . . .   | B 2     | 2, 9     | 0, 17 | 0 8 36                                 | 14 41 0 B     |
| β Hydre mâle . . . . .       | G       | 2, 9     | 0, 17 | 0 21 2                                 | 77 45 40 A    |
| α Phénix (Nairalzaurak) ..   | K       | 2, 4     | 0, 28 | 0 21 50                                | 42 47 41 A    |
| α Cassiopée (Schedir) ..     | K       | 2, 4     | 0, 28 | 0 35 24                                | 56 2 38 B     |
| β Baleine (Diphda) . . . .   | K       | 2, 2     | 0, 33 | 0 39 4                                 | 18 28 49 A    |
| γ Cassiopée (Tsih) . . . .   | B p     | 2, 3     | 0, 30 | 0 51 16                                | 60 13 46 B    |
| δ Andromède (Mirach) . . .   | M a     | 2, 4     | 0, 28 | 1 4 41                                 | 35 8 37 B     |
| δ Cassiopée (Rukbah) . . .   | A 5     | 2, 8     | 0, 19 | 1 19 55                                | 59 46 5 B     |
| α P. Ourse (Polaire) [d].    | F 8     | 2, 1     | 0, 36 | 1 26 56                                | 88 49 34 B    |
| α Eridan (Achernar) . . . .  | B 5     | 0, 5     | 1, 58 | 1 34 22                                | 57 41 38 A    |
| β Bélier (Sharatan) . . . .  | K co.   | 2, 7     | 0, 21 | 1 49 40                                | 20 22 6 B     |
| α Hydre mâle . . . . .       | F       | 3, 0     | 0, 16 | 1 55 56                                | 62 0 27 A     |
| γ Androm. (Alamak) [t].      | A 5     | 2, 2     | 0, 33 | 1 58 22                                | 41 53 54 B    |
| α Bélier (Hamal) . . . . .   | K       | 2, 2     | 0, 33 | 2 2 6                                  | 23 2 14 B     |
| β Triangle . . . . .         | A 5     | 3, 1     | 0, 14 | 2 4 11                                 | 34 33 43 B    |
| δ Eridan (Acamar) . . . .    | A 2     | 3, 0     | 0, 16 | 2 54 51                                | 40 39 54 A    |
| α Baleine (Menkar) . . . .   | M a     | 2, 8     | 0, 19 | 2 57 34                                | 3 44 14 B     |
| γ Persée . . . . .           | G p     | 3, 1     | 0, 14 | 2 58 16                                | 53 9 17 B     |
| δ Persée (Algol) [d] . . . . | B 8     | (1)      | (1)   | 3 2 18                                 | 40 36 34 B    |
| α Persée (Mirfak) . . . . .  | A       | 1, 9     | 0, 44 | 3 17 53                                | 49 32 30 B    |
| δ Persée . . . . .           | B 5     | 3, 2     | 0, 13 | 3 36 31                                | 47 30 2 B     |
| γ Taureau (Aleyone) . . . .  | B 5     | 3, 0     | 0, 16 | 3 42 8                                 | 23 49 39 B    |
| γ Persée . . . . .           | B 8     | 3, 0     | 0, 16 | 3 48 28                                | 31 37 1 B     |
| γ Hydre mâle . . . . .       | M a     | 3, 1     | 0, 14 | 3 48 37                                | 74 30 55 A    |
| ε Persée . . . . .           | B       | 3, 0     | 0, 16 | 3 51 49                                | 39 45 2 B     |
| γ Eridan (Zaurac) . . . . .  | K 5     | 3, 3     | 0, 12 | 3 53 50                                | 13 45 50 A    |
| α Taureau (Aldébaran) ..     | K 5     | 1, 1     | 0, 91 | 4 30 45                                | 16 19 44 B    |
| δ Cocher (Altawabi) . . . .  | G       | 2, 9     | 0, 17 | 4 51 8                                 | 33 1 28 B     |
| ε Cocher (Alnax) . . . . .   | F 5 p   | 3, 2     | 0, 13 | 4 55 31                                | 43 41 27 B    |
| β Eridan (Cursa) . . . . .   | A 2     | 2, 9     | 0, 17 | 5 3 26                                 | 5 12 8 A      |

(1) Variable M = 2,3, m = 3,5 ; éclat M = 0,30, m = 0,10.

## POSITIONS MOYENNES D'ÉTOILES (suite)

| NOM                                       | SPECTRE | GRANDEUR | ÉCLAT | ASC. DROITE<br>(temps sidéral) |    |    | DÉCLINAISON |     |      |
|---|---------|----------|-------|--------------------------------|----|----|-------------|-----|------|
|   |         |          |       | h                              | m  | s  |             |     |      |
| α Cocher (la Chèvre) [d].                 | K 2     | 0, 2     | 2, 09 | 5                              | 10 | 2  | 45° 54'     | 26" | B    |
| β Orion (Bigel).....                      | B 8 p   | 0, 3     | 1, 91 | 5                              | 10 | 13 | 8           | 18  | 18 A |
| γ Orion (Bellatrix).....                  | B 2     | 1, 7     | 0, 52 | 5                              | 20 | 18 | 6           | 16  | 8 B  |
| δ Taureau (El Nath)...                    | B 8     | 1, 8     | 0, 48 | 5                              | 20 | 36 | 28          | 31  | 56 B |
| ε Lièvre (Nihal).....                     | G       | 3, 0     | 0, 16 | 5                              | 24 | 23 | 20          | 49  | 50 A |
| ζ Orion (Mintakah) [d]..                  | B       | 2, 5     | 0, 25 | 5                              | 27 | 24 | 0           | 21  | 54 A |
| α Lièvre (Arneb).....                     | F       | 2, 7     | 0, 21 | 5                              | 28 | 46 | 17          | 53  | 10 A |
| ι Orion (Fa).....                         | Oe 5    | 3, 0     | 0, 16 | 5                              | 31 | 2  | 5           | 58  | 6 A  |
| ε Orion (Alnilam).....                    | B       | 1, 7     | 0, 52 | 5                              | 31 | 39 | 1           | 15  | 31 A |
| ζ Taureau (Tien Kouan) ..                 | B 3     | 3, 0     | 0, 16 | 5                              | 32 | 16 | 21          | 5   | 18 B |
| ζ Orion (Alnitak).....                    | B       | 1, 9     | 0, 44 | 5                              | 36 | 13 | 1           | 59  | 23 A |
| α Colombe (Phad).....                     | B 5     | 2, 7     | 0, 21 | 5                              | 36 | 23 | 34          | 7   | 18 A |
| α Orion (Saiph).....                      | B       | 2, 2     | 0, 33 | 5                              | 43 | 29 | 9           | 42  | 4 A  |
| β Colombe (Wezn).....                     | K       | 3, 1     | 0, 14 | 5                              | 47 | 47 | 35          | 48  | 7 A  |
| α Orion (Betelgeuze)....                  | M α     | 0, 9     | 1, 10 | 5                              | 50 | 18 | 7           | 23  | 27 B |
| β Cocher (Menkalinan) [d]                 | A       | 2, 1     | 0, 36 | 5                              | 52 | 56 | 44          | 56  | 21 B |
| θ Cocher.....                             | A p     | 2, 7     | 0, 21 | 5                              | 53 | 35 | 37          | 12  | 25 B |
| ζ Gr. Chien (Furud)...                    | B 3     | 3, 2     | 0, 13 | 6                              | 16 | 51 | 30          | 1   | 23 A |
| υ Gémeaux (Tejat post.)..                 | M α     | 3, 2     | 0, 13 | 6                              | 17 | 31 | 22          | 33  | 38 B |
| β Gr. Chien (Murzim)...                   | B 1     | 2, 0     | 0, 40 | 6                              | 18 | 44 | 17          | 54  | 38 A |
| α Navire (Canopus).....                   | F       | -1, 0    | 6, 31 | 6                              | 21 | 57 | 52          | 38  | 47 A |
| γ Gémeaux (Alhena).....                   | A       | 1, 9     | 0, 44 | 6                              | 32 | 31 | 16          | 28  | 36 B |
| ν Navire.....                             | B 8     | 3, 2     | 0, 13 | 6                              | 35 | 1  | 43          | 7   | 0 A  |
| ε Gémeaux (Mebnsuta)...                   | G 5     | 3, 2     | 0, 13 | 6                              | 38 | 24 | 25          | 13  | 16 B |
| α Gr. Chien (Sirius) [d].                 | A       | -1, 4    | 9, 12 | 6                              | 41 | 11 | 16          | 35  | 32 A |
| τ Navire.....                             | K       | 2, 8     | 0, 19 | 6                              | 47 | 42 | 50          | 30  | 27 A |
| ε Gr. Chien (Adhara)...                   | B 1     | 1, 6     | 0, 58 | 6                              | 55 | 5  | 28          | 50  | 57 A |
| ο <sub>2</sub> G. Chien (Thanit aladzari) | B 5 p   | 3, 0     | 0, 16 | 6                              | 59 | 16 | 23          | 42  | 4 A  |
| δ Gr. Chien (Wesen)...                    | F 8 p   | 2, 0     | 0, 40 | 7                              | 4  | 44 | 26          | 14  | 59 A |
| π Navire.....                             | K 5     | 2, 7     | 0, 21 | 7                              | 13 | 58 | 36          | 56  | 8 A  |
| η Gr. Chien (Aludra)...                   | B 5 p   | 2, 4     | 0, 28 | 7                              | 20 | 32 | 29          | 7   | 37 A |
| β Petit Chien (Gomeiza)...                | B 8     | 3, 1     | 0, 14 | 7                              | 22 | 16 | 8           | 28  | 17 B |
| τ Navire.....                             | K 5     | 3, 0     | 0, 16 | 7                              | 26 | 22 | 43          | 7   | 8 A  |

## POSITIONS MOYENNES D'ÉTOILES (suite)

| NOM                                   | SPECTRE | GRANDEUR         | ÉCLAT            | ASC. DROITE<br>(temps<br>sidéral) | DÉCLINAISON  |
|---------------------------------------|---------|------------------|------------------|-----------------------------------|--------------|
|                                       |         |                  |                  | h m s                             | ° ' "        |
| $\alpha_2$ Gémeaux (Castor) [d].      | A       | 1,6              | 0,58             | 7 28 52                           | 32° 5' 13" B |
| $\alpha$ P. Chien (Procyon) [d].      | F 5     | 0,5              | 1,58             | 7 34 35                           | 5 27 22 B    |
| $\beta$ Gémeaux (Pollux)....          | K       | 1,2              | 0,83             | 7 39 49                           | 28 14 39 B   |
| $\gamma$ Navire (Suhelhadar)...       | O d     | 2,3              | 0,30             | 8 0 25                            | 39 44 58 A   |
| $\delta$ Navire (Tureis).....         | F 5     | 2,9              | 0,17             | 8 3 43                            | 24 2 39 A    |
| $\gamma$ Navire (Alsubail al Mulhif). | O a     | 1,9              | 0,44             | 8 6 46                            | 47 4 16 A    |
| $\varepsilon$ Navire.....             | K co.   | 1,7              | 0,52             | 8 20 40                           | 59 13 11 A   |
| $\delta$ Navire (Koo She).....        | A       | 2,0              | 0,40             | 8 42 13                           | 54 22 43 A   |
| $\iota$ Gr. Ourse (Talita)....        | A 5     | 3,1              | 0,14             | 8 53 3                            | 48 23 44 B   |
| $\lambda$ Navire (Alsubail al Warn).  | K 5     | 2,3              | 0,30             | 9 4 41                            | 43 4 8 A     |
| $\beta$ Navire (Miaplacidus)...       | A       | 1,7              | 0,52             | 9 12 13                           | 69 20 47 A   |
| $\iota$ Navire (Scutulum).....        | F       | 2,2              | 0,33             | 9 14 41                           | 58 53 50 A   |
| $\alpha$ Navire (Markeb)....          | B 3     | 2,6              | 0,23             | 9 19 20                           | 54 37 34 A   |
| $\alpha$ Hydre (Alphard).....         | K 2     | 2,2              | 0,33             | 9 23 10                           | 8 16 5 A     |
| $\varepsilon$ Lion.....               | G p     | 3,1              | 0,14             | 9 40 45                           | 24 11 20 B   |
| $\nu$ Navire.....                     | F       | 3,0              | 0,16             | 9 44 51                           | 64 39 16 A   |
| $\alpha$ Lion (Régulus).....          | B 8     | 1,3              | 0,76             | 10 3 35                           | 12 24 27 B   |
| $\gamma$ Lion (Algieba) [d]....       | K       | 2,3              | 0,30             | 10 15 1                           | 20 17 50 B   |
| $\mu$ Gr. Ourse (Tanja austr.).       | K 5     | 3,2              | 1,13             | 10 16 58                          | 41 57 9 B    |
| $\theta$ Navire.....                  | B       | 3,0              | 0,16             | 10 39 45                          | 63 55 24 A   |
| $\tau_1$ Navire (Tseen She)....       | pec.    | ( <sup>1</sup> ) | ( <sup>1</sup> ) | 10 41 34                          | 59 12 40 A   |
| $\mu$ Navire.....                     | G 5     | 2,8              | 0,19             | 10 42 54                          | 48 56 41 A   |
| $\beta$ Gr. Ourse (Mérak)...          | A       | 2,4              | 0,28             | 10 56 25                          | 56 51 54 B   |
| $\alpha$ Gr. Ourse (Dubhe)....        | K       | 2,0              | 0,40             | 10 58 11                          | 62 14 13 B   |
| $\psi$ Gr. Ourse (Ta Tsun)...         | K       | 3,2              | 0,13             | 11 4 37                           | 44 59 13 B   |
| $\delta$ Lion (Zosma).....            | A 2     | 2,6              | 0,23             | 11 9 19                           | 21 1 1 B     |
| $\beta$ Lion (Denebola).....          | A 2     | 2,2              | 0,33             | 11 44 28                          | 15 4 31 B    |
| $\gamma$ Gr. Ourse (Phaed)....        | A       | 2,5              | 0,25             | 11 49 6                           | 54 11 43 B   |
| $\delta$ Centaure (Ma Wei)...         | B 3     | 2,8              | 0,19             | 12 3 41                           | 50 13 17 A   |
| $\varepsilon$ Corbeau (Telin).....    | K       | 3,2              | 0,13             | 12 5 30                           | 22 7 9 A     |
| $\delta$ Croix.....                   | B 3     | 3,1              | 0,14             | 12 10 22                          | 58 14 55 A   |
| $\gamma$ Corbeau (Giena).....         | B 8     | 2,7              | 0,21             | 12 11 11                          | 17 2 32 A    |

(1) Variable M = &gt; 1,0, m = 7,6; éclat M = &gt; 1,00.

## POSITIONS MOYENNES D'ÉTOILES (suite)

| NOM                                       | SPECTRE | GRANDEUR | ÉCLAT | ASC. DROITE<br>(temps sidéral) |    |    | DÉCLINAISON |    |      |
|---|---------|----------|-------|--------------------------------|----|----|-------------|----|------|
|   |         |          |       | h                              | m  | s  | °           | '  | " A  |
| $\alpha$ Croix (Acrux) . . . . .          | B1      | 1,0      | 1,00  | 12                             | 21 | 35 | 62          | 36 | 1 A  |
| $\delta$ Corbeau (Algorab) . . . .        | A       | 3,1      | 0,14  | 12                             | 25 | 12 | 16          | 0  | 52 A |
| $\gamma$ Croix . . . . .                  | Mb      | 1,6      | 0,58  | 12                             | 26 | 10 | 56          | 36 | 33 A |
| $\beta$ Corbeau (Tso Hea) . . . .         | G5      | 3,0      | 0,16  | 12                             | 29 | 39 | 22          | 53 | 57 A |
| $\alpha$ Mouche . . . . .                 | B3      | 2,9      | 0,11  | 12                             | 31 | 48 | 68          | 38 | 23 A |
| $\gamma$ Centaure [d] . . . . .           | A       | 2,4      | 0,28  | 12                             | 36 | 33 | 48          | 27 | 56 A |
| $\gamma$ Vierge (Porrima) [d] . . .       | F       | 3,0      | 0,16  | 12                             | 37 | 6  | 0           | 57 | 21 A |
| $\beta$ Croix . . . . .                   | B1      | 1,5      | 0,63  | 12                             | 42 | 27 | 59          | 11 | 49 A |
| $\varepsilon$ Gr. Ourse (Alioth) . . . .  | Ap      | 1,8      | 0,48  | 12                             | 50 | 4  | 56          | 26 | 53 B |
| $\alpha$ Léviérs (Cor Caroli) . . .       | Ap      | 2,8      | 0,19  | 12                             | 51 | 49 | 38          | 48 | 15 B |
| $\varepsilon$ Vierge (Vindemiatrix) . . . | K       | 3,0      | 0,16  | 12                             | 57 | 42 | 11          | 26 | 34 B |
| $\varepsilon$ Centaure . . . . .          | A2      | 3,0      | 0,16  | 13                             | 15 | 32 | 36          | 14 | 16 A |
| $\zeta_1$ Gr. Ourse (Mizar) [d] . . .     | A       | 2,1      | 0,36  | 13                             | 20 | 18 | 55          | 23 | 43 B |
| $\alpha$ Vierge (l'Épi) [d] . . . .       | B2      | 1,2      | 0,83  | 13                             | 20 | 27 | 10          | 41 | 30 A |
| $\varepsilon$ Centaure . . . . .          | B1      | 2,6      | 0,23  | 13                             | 34 | 11 | 53          | 0  | 33 A |
| $\eta$ Gr. Ourse (Alkaid) . . . .         | B3      | 1,9      | 0,44  | 13                             | 44 | 0  | 49          | 45 | 44 B |
| $\zeta$ Centaure (Alnair) [d] . . .       | B2p     | 2,8      | 0,19  | 13                             | 49 | 55 | 46          | 50 | 45 A |
| $\gamma_1$ Bouvier (Maphrid) . . . .      | G       | 2,8      | 0,19  | 13                             | 50 | 24 | 18          | 50 | 55 B |
| $\beta$ Centaure (Agena) . . . .          | B1      | 0,8      | 1,20  | 13                             | 57 | 28 | 59          | 56 | 21 A |
| $\theta$ Centaure . . . . .               | K       | 2,1      | 0,36  | 14                             | 1  | 23 | 35          | 55 | 39 A |
| $\alpha$ Bouvier (Areturus) . . . .       | K       | 0,3      | 1,91  | 14                             | 11 | 33 | 19          | 39 | 2 B  |
| $\gamma$ Bouvier (Seginus) . . . .        | F       | 3,0      | 0,16  | 14                             | 28 | 27 | 38          | 42 | 6 B  |
| $\gamma_1$ Centaure . . . . .             | B3p     | 2,7      | 0,21  | 14                             | 29 | 47 | 41          | 45 | 46 A |
| $\alpha_2$ Cent. (Rigel kentarus) [d] .   | G       | 0,2      | 2,09  | 14                             | 33 | 29 | 60          | 27 | 52 A |
| $\alpha$ Loup (Mel) . . . . .             | B2      | 2,5      | 0,25  | 14                             | 35 | 56 | 47          | 0  | 9 A  |
| $\varepsilon$ Bouvier (Izar) . . . . .    | K co.   | 2,6      | 0,23  | 14                             | 41 | 3  | 27          | 27 | 11 B |
| $\alpha$ Balance (Kiffa australis) .      | A2      | 2,9      | 0,17  | 14                             | 45 | 54 | 15          | 40 | 6 A  |
| $\beta$ Pet. Ourse (Kochab) . . . .       | K5      | 2,2      | 0,33  | 14                             | 50 | 58 | 74          | 31 | 24 B |
| $\zeta$ Loup (Ke Kouan) . . . . .         | B2p     | 2,7      | 0,21  | 14                             | 52 | 38 | 42          | 46 | 19 A |
| $\gamma$ Triangle austral . . . . .       | A       | 3,0      | 0,16  | 15                             | 10 | 30 | 68          | 20 | 52 A |
| $\beta$ Balance (Kiffa boréalis) . .      | B8      | 2,8      | 0,19  | 15                             | 12 | 10 | 9           | 3  | 5 A  |
| $\gamma_2$ P. Ourse (Pherkad major)       | A2      | 3,1      | 0,14  | 15                             | 20 | 52 | 72          | 9  | 15 B |
| $\gamma$ Loup [d] . . . . .               | B3      | 3,0      | 0,16  | 15                             | 29 | 8  | 40          | 51 | 54 A |

## POSITIONS MOYENNES D'ÉTOILES (suite)

| NOM                                       | SPECTRE | GRANDEUR | ÉCLAT | ASC. DROITE<br>(temps<br>sidéral)      | DÉCLINAISON                            |
|---|---------|----------|-------|--|--|
|   |         |          |       | <sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup> | <sup>°</sup> <sup>'</sup> <sup>"</sup> |
| α Couronne (Margarita)...                 | A       | 2,3      | 0,30  | 15 30 53                               | 27 1 1 B                               |
| α Serpent (Unukalhai)...                  | K       | 2,8      | 0,19  | 15 39 50                               | 6 42 30 B                              |
| β Triangle austral...                     | F       | 3,1      | 0,14  | 15 47 12                               | 63 9 13 A                              |
| π Scorpion [d].....                       | B2p     | 3,1      | 0,14  | 15 53 24                               | 25 51 20 A                             |
| δ Scorpion (Iclarkrau)...                 | B       | 2,5      | 0,25  | 15 55 1                                | 22 21 58 A                             |
| β <sub>1</sub> Scorpion (Acrab) [d]...    | B1      | 2,7      | 0,21  | 16 0 12                                | 19 33 35 A                             |
| δ Ophiuchus (Yed prior)...                | Ma      | 3,0      | 0,16  | 16 9 38                                | 3 27 47 A                              |
| σ Scorpion (Precordia)...                 | B1      | 3,1      | 0,14  | 16 15 43                               | 25 22 39 A                             |
| γ Dragon (Shang Tsae)...                  | G5      | 2,9      | 0,17  | 16 22 46                               | 61 43 4 B                              |
| α Scorpion (Antarès)...                   | Mac.    | 1,3      | 0,76  | 16 23 53                               | 26 13 59 A                             |
| β Hercule (Korneforos) [d]                | K       | 2,8      | 0,19  | 16 26 21                               | 21 41 6 B                              |
| τ Scorpion (Alayat)...                    | B       | 2,9      | 0,17  | 16 30 17                               | 28 1 48 A                              |
| γ Ophiuchus (Han)...                      | B       | 2,7      | 0,21  | 16 32 12                               | 10 23 7 A                              |
| ζ Hercule [d].....                        | G       | 3,0      | 0,16  | 16 37 54                               | 31 45 55 B                             |
| α Triangle austral...                     | K2      | 1,9      | 0,44  | 16 39 7                                | 68 51 49 A                             |
| ε Scorpion (Wei)...                       | K       | 2,3      | 0,30  | 16 44 20                               | 34 7 50 A                              |
| ζ Autel.....                              | K5      | 3,0      | 0,16  | 16 51 10                               | 55 50 56 A                             |
| γ Ophiuchus (Alsabik)...                  | A       | 2,6      | 0,23  | 17 5 13                                | 15 36 51 A                             |
| γ Dragon.....                             | B5      | 3,2      | 0,13  | 17 8 31                                | 65 49 31 B                             |
| ζ Hercule.....                            | A       | 3,2      | 0,13  | 17 11 20                               | 24 56 41 B                             |
| β Autel.....                              | K2      | 2,7      | 0,21  | 17 17 49                               | 55 26 44 A                             |
| ν Scorpion (Lesath)....                   | B3      | 2,8      | 0,19  | 17 24 38                               | 37 13 29 A                             |
| α Autel (Choo).....                       | B2p     | 2,9      | 0,17  | 17 24 53                               | 49 48 20 A                             |
| λ Scorpion (Sebaula) [d]                  | B2      | 1,8      | 0,48  | 17 27 30                               | 37 2 20 A                              |
| β Dragon (Rastaban)....                   | B2      | 3,0      | 0,16  | 17 28 24                               | 52 22 4 B                              |
| α Ophiuchus (Rasalhague)                  | A5      | 2,1      | 0,36  | 17 30 45                               | 12 37 29 B                             |
| θ Scorpion (Sargas)....                   | F       | 2,0      | 0,40  | 17 30 51                               | 42 56 29 A                             |
| α Scorpion (Girtab)....                   | B2      | 2,6      | 0,23  | 17 36 16                               | 38 59 3 A                              |
| β Ophiuchus (Cebalrai)...                 | K       | 2,9      | 0,17  | 17 39 2                                | 4 36 15 B                              |
| β <sub>1</sub> Scorpion.....              | F5p     | 3,1      | 0,14  | 17 41 17                               | 40 5 34 A                              |
| γ Dragon (Eltanin).....                   | K5      | 2,4      | 0,28  | 17 54 31                               | 51 29 57 B                             |
| γ Sagittaire (Alnasl)....                 | K       | 3,0      | 0,16  | 18 0 2                                 | 30 25 33 A                             |
| γ Sagitt <sup>re</sup> (Rabak el Waridah) | Mb      | 3,1      | 0,14  | 18 11 32                               | 36 47 21 A                             |



## POSITIONS MOYENNES D'ÉTOILES (fin)

| NOM                               | SPECTRE | GRANDEUR | ÉCLAT | ASC. DROITE<br>(temps<br>sidéral)      | DÉCLINAISON                            |
|-----------------------------------|---------|----------|-------|--|--|
|                                   |         |          |       | <sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup> | <sup>°</sup> <sup>'</sup> <sup>"</sup> |
| ♐ Sagittaire (Kaus média) . . .   | K       | 2,8      | 0,19  | 18 15 14                               | 29 52 2 A                              |
| ♐ Sagittaire (Kaus austr.) . . .  | A       | 1,9      | 0,44  | 18 18 12                               | 34 25 40 A                             |
| ♐ Sagittaire (Kaus bor.) . . .    | K       | 2,9      | 0,17  | 18 22 25                               | 25 28 20 A                             |
| ♐ Lyre (Wéga) . . . . .           | A       | 0,1      | 2,29  | 18 33 53                               | 38 41 58 B                             |
| ♐ Sagittaire (Nunki) . . . . .    | B3      | 2,1      | 0,36  | 18 49 41                               | 26 24 33 A                             |
| ♐ Sagittaire (Axilla) [d] . . . . | A2      | 2,7      | 0,21  | 18 56 53                               | 30 0 35 A                              |
| ♐ Aigle . . . . .                 | A       | 3,0      | 0,16  | 19 1 16                                | 13 43 45 B                             |
| ♐ Sagittaire (Albaldah) . . . . . | F2      | 3,0      | 0,16  | 19 4 25                                | 21 10 2 A                              |
| ♐ Dragon (Nodus secundus) . . .   | K       | 3,2      | 0,13  | 19 12 32                               | 67 30 12 B                             |
| ♐ Cygne (Albireo) . . . . .       | Kp      | 3,1      | 0,14  | 19 27 5                                | 27 46 12 B                             |
| ♐ Aigle (Tarazed) . . . . .       | K2      | 2,8      | 0,19  | 19 41 59                               | 10 23 36 B                             |
| ♐ Cygne [d] . . . . .             | A       | 3,0      | 0,16  | 19 42 10                               | 44 54 38 B                             |
| ♐ Aigle (Altaïr) . . . . .        | A5      | 0,9      | 1,10  | 19 46 24                               | 8 37 48 B                              |
| ♐ Capricorne (Dabih) [d] . . . .  | Gp      | 3,2      | 0,13  | 20 15 57                               | 15 3 58 A                              |
| ♐ Paon . . . . .                  | B3      | 2,0      | 0,40  | 20 18 32                               | 57 1 27 A                              |
| ♐ Cygne (Sadr) . . . . .          | F8p     | 2,3      | 0,30  | 20 19 0                                | 39 58 5 B                              |
| ♐ Indien . . . . .                | K       | 3,2      | 0,13  | 20 31 14                               | 47 36 22 A                             |
| ♐ Cygne (Deneb) . . . . .         | A2p     | 1,3      | 0,76  | 20 38 22                               | 44 57 30 B                             |
| ♐ Cygne (Gienah) . . . . .        | K       | 2,6      | 0,23  | 20 42 34                               | 33 37 58 B                             |
| ♐ Céphée (Alderamin) . . . . .    | A5      | 2,6      | 0,23  | 21 16 26                               | 62 12 15 B                             |
| ♐ Verseau (Sadalsund) . . . . .   | G       | 3,3      | 0,12  | 21 26 49                               | 5 58 3 A                               |
| ♐ Pégase (Enif) . . . . .         | K       | 2,5      | 0,25  | 21 39 46                               | 9 27 43 B                              |
| ♐ Capric. (Deneb algedi) . . . .  | A5      | 3,0      | 0,16  | 21 42 5                                | 16 32 10 A                             |
| ♐ Grue (Al dhanab) . . . . .      | B8      | 3,2      | 0,13  | 21 48 29                               | 37 47 19 A                             |
| ♐ Verseau (Sadalmelik) . . . . .  | G       | 3,2      | 0,13  | 22 1 10                                | 0 45 26 A                              |
| ♐ Grue (Alnaïr) . . . . .         | B5      | 1,9      | 0,44  | 22 2 34                                | 47 23 51 A                             |
| ♐ Toucan . . . . .                | K2      | 2,9      | 0,17  | 22 12 21                               | 60 42 30 A                             |
| ♐ Grue . . . . .                  | Mb      | 2,1      | 0,36  | 22 37 18                               | 47 21 20 A                             |
| ♐ Pégase (Matar) [d] . . . . .    | G       | 3,1      | 0,14  | 22 38 47                               | 29 45 1 B                              |
| ♐ Poiss. austr. (Fomalhaut) . . . | A2      | 1,3      | 0,76  | 22 52 41                               | 30 5 58 A                              |
| ♐ Pégase (Scheat) . . . . .       | Ma      | 2,7      | 0,21  | 22 59 25                               | 27 35 40 B                             |
| ♐ Pégase (Markab) . . . . .       | A       | 2,6      | 0,23  | 23 0 17                                | 14 43 15 B                             |

TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE LES CLASSIFICATIONS STELLAIRES SPECTRALES

| SECCHI<br>( <sup>1</sup> ) | VOGEL<br>( <sup>2</sup> ) | MAC<br>CLEAN<br>( <sup>3</sup> ) | PICKERING (HARVARD)                  |                                    |                                     | ÉTOILES-TYPES  |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|
|                            |                           |                                  | DRAPER<br>Catal.<br>( <sup>4</sup> ) | A. G.<br>MACRY<br>( <sup>5</sup> ) | A. J.<br>CANNON<br>( <sup>6</sup> ) |  |
|                            |                           |                                  |                                      |                                    |                                     |  |
|                            |                           |                                  |                                      | L                                  | P                                   | Hydre, A.G.C. 14202 (nébuleuse gazeuse).   |
|                            | Hb                        | I                                |                                      | »                                  | Q                                   | $\eta$ Navire.   |
|                            | Hb                        | »                                | O                                    | XXII                               | Oa                                  | Carène, A.G.C. 15305; $\gamma$ Navire.   |
|                            | »                         | »                                | »                                    | »                                  | Ob                                  | Gr. Chien, H.P. 1311.  |
|                            | »                         | »                                | »                                    | »                                  | Oc                                  | Scorpion, A.G.C. 22763.  |
|                            | »                         | »                                | »                                    | »                                  | Od                                  | $\zeta$ Navire.  |
|                            | »                         | »                                | »                                    | »                                  | Oe                                  | 29 Gr. Chien.  |
| I                          | I ( <sup>7</sup> )        | »                                | »                                    | I                                  | Oe5 B                               | S Licorne; $\iota$ Orion.  |
| »                          | »                         | »                                | B                                    | II                                 | B                                   | $\varepsilon$ Orion (Alnilam); $\alpha$ Orion; $\delta$ Orion; $\gamma$ Cassiopée. |
| »                          | »                         | »                                | »                                    | III                                | B1 A                                | $\beta$ Gr. Chien; $\beta$ Centaure.   |
| »                          | »                         | »                                | »                                    | »                                  | B2 A                                | $\alpha$ Vierge (l'épi); $\beta$ Lyre.   |
| »                          | »                         | »                                | »                                    | IV                                 | »                                   | $\gamma$ Orion (Bellatrix).  |
| »                          | »                         | »                                | »                                    | »                                  | B3 A                                | $\eta$ Gr. Ourse; $\delta$ Centaure.   |
| »                          | »                         | »                                | AB                                   | »                                  | B5 A                                | $\eta$ Taureau (Aleyone).  |
| »                          | »                         | »                                | »                                    | V                                  | B5 A                                | $\beta$ Persée (Algol); $\alpha$ Lion (Régulus); $\beta$ Orion                     |
| »                          | »                         | »                                | »                                    | VI                                 | B8 A                                | (Rigel).   |
| »                          | »                         | »                                | »                                    | VI                                 | B9 A                                | Girafe, H.P. 557.  |

|     |       |     |    |       |       |   |
|-----|-------|-----|----|-------|-------|---|
| »   | »     | II  | A  | VII   | A     | α Gr. Chien (Sirius); α Lyre (Wega).            |
| »   | »     | »   | »  | VIII  | »     | α Gémeaux (Castor); γ Grande Ourse.             |
| »   | »     | »   | AF | »     | A 2 F | α Cygne (Deneb).                                |
| »   | »     | »   | »  | IX    | »     | δ Gr. Ourse; α Poisson austral (Fomalhaut).     |
| »   | »     | III | »  | X     | A 5 F | β Triangle; α Aigle (Altaïr).                   |
| »   | »     | »   | F  | XI    | F     | δ Aigle; α Navire (Canopus).                    |
| »   | »     | »   | FG | XII   | F 5 G | α P. Chien (Procyon).                           |
| II  | II a  | IV  | »  | XIII  | F 8 G | γ <sup>1</sup> Orion; α P. Ourse (Polaire).     |
| »   | »     | »   | G  | »     | G     | θ Persée.                                       |
| »   | »     | »   | »  | XIV   | »     | α Cocher (la Chèvre); le Soleil.                |
| »   | »     | »   | »  | »     | G 5 K | α Gémeaux.                                      |
| »   | »     | »   | K  | XV    | K     | α Bouvier (Arcturus); α Cassiopée; α Gr. Ourse. |
| »   | »     | »   | »  | »     | K 2 M | β Ecrevisse.                                    |
| »   | »     | V   | »  | XVI   | K 5 M | α Taureau (Aldébaran).                          |
| III | III a | »   | Ma | XVII  | Ma    | β Andromède; α Scorpion (Antarès).              |
| »   | »     | »   | Mb | XVIII | »     | α Orion (Bételgeuze); β Pégase.                 |
| »   | »     | »   | »  | XIX   | Mb    | ρ Persée; α Hercule; γ Croix.                   |
| »   | »     | »   | Md | XX    | Md    | ο Baleine (Mira).                               |
| IV  | III b | »   | Na | XXI   | N     | 19 Poissons.                                    |
|     |       | VI  |    |       |       |   |

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, 1865. — (2) *Astron. Nachr.*, vol. LXXXIV, p. 113. — (3) MAG CLEAN, *Spectra of Southern Stars*, London 1868; Ib, *Comparative photographic Spectra of Stars to the 3.5 magn.* (*Phil. Trans.*, vol. CXCI, 1868). — (4) PICKERING, *Draper Catalogue* (*Ann. Obs. Harvard*, t. XXVII, 1<sup>re</sup> Partie, 1890.) —

(5) A.-C. MAURY, *Spectra of Bright Stars* (*Ann. Obs. Harvard*, t. XXVIII, 1<sup>re</sup> Partie, 1898. — (6) A.-J. CANNON, *Spectra of Bright Southern Stars* (*Ann. Obs. Harvard*, t. XXVIII, 1<sup>re</sup> Partie, 1901). — (7) Les subdivisions a, b, c de la classe I de Vogel ne peuvent être disposées en concordance avec les groupes de Harvard. La contiendrait la plupart des étoiles à hydrogène, Ib celles à hélium, Ic celles où les raies de l'hydrogène sont brillantes.

## NOTE

## SUR LE TABLEAU DES POSITIONS MOYENNES DES ÉTOILES.

**Positions et grandeurs.** — Les étoiles dont les positions sont fournies dans ce Tableau sont extraites du *Catalogue of fundamental stars* de M. Newcomb (*Astronomical Papers*, Vol. VIII, Part. II.).

Les grandeurs sont celles données dans ce catalogue. Le nombre 1.0 indique une étoile de première grandeur; 0,0 une étoile dont la grandeur est une fois plus grande et — 1,0 une étoile dont la grandeur est deux fois plus grande que celle de 1.0. La grandeur de Sirius étant représentée par — 1,4, cela signifie que la grandeur de  $\alpha$  Grand Chien surpasse celle d'une étoile de première grandeur de 2,4 grandeurs.

On a indiqué par la lettre [d] les étoiles doubles, [t] les étoiles triples, et [d] les étoiles doubles spectroscopiques.

**Éclat.** — On admet qu'une étoile d'une certaine grandeur a un éclat 2,5 fois plus grand que celui d'une étoile immédiatement inférieure de 1,0; ainsi une étoile de la grandeur 1,8 a un éclat 2,5 fois plus grand qu'une étoile de la grandeur 2,8. On a adopté pour valeur *un* l'éclat d'une étoile correspondant à la 1<sup>re</sup> grandeur stellaire.

**Spectre.** — La notation adoptée est celle de la *Revised Harvard Photometry* (*Ann. Astr. Obs. Harvard*, Vol. L, 1908.).

C'est une abréviation de celle du III<sup>e</sup> Catalogue de Harvard : *Spectra of Bright Southern Stars* (*Ann. Astr. Obs. Harvard*, vol. XXVIII, 2<sup>e</sup> partie, 1901), la seconde majuscule étant supprimée pour les classes intermédiaires : ainsi l'on écrira B5 au lieu de B5A, G5 au lieu de G5K.

Rappelons ici le sens des principales désignations de ces spectres stellaires :

co., composé de deux autres ;

p., qui diffère de l'étoile type de sa classe ;

pec., d'une nature spéciale, hors série ;

O., type Wolf et Rayet ;

B., à hélium, étoiles dites d'Orion.

A et F., à hydrogène prédominant, étoiles blanches ; celles où les raies métalliques commencent à apparaître sont désignées par F ;

G et K., type solaire à raies métalliques, étoiles jaunes, K se rapportant à celles où la lumière est inégalement distribuée dans les différentes régions du spectre et où la partie la plus réfrangible commence à s'affaiblir ;

M., à bandes sombres cannelées dont l'arête est tournée vers le violet et qui sont attribuées maintenant au titane ;

N., à bandes du carbone, cannelées, l'arête étant tournée vers le rouge.

. On trouve, à la suite du Tableau des positions moyennes, un Tableau de correspondance entre les classifications stellaires spectrales (pour plus de détails sur les spectres stellaires, voir l'*Annuaire* de 1909).

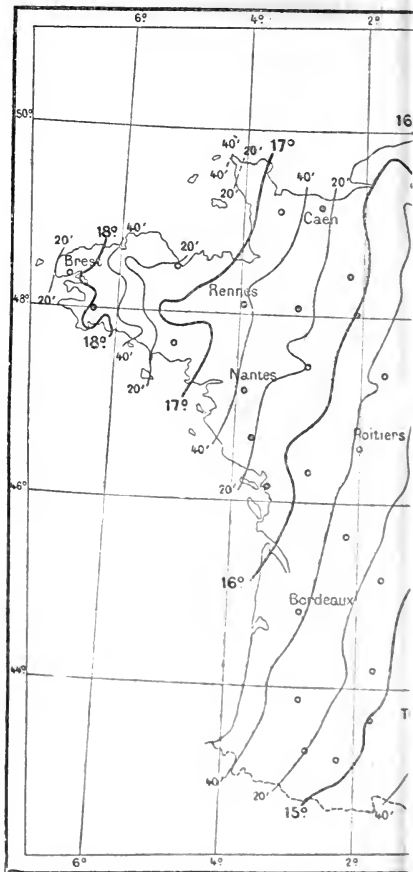
---

## DONNÉES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

---

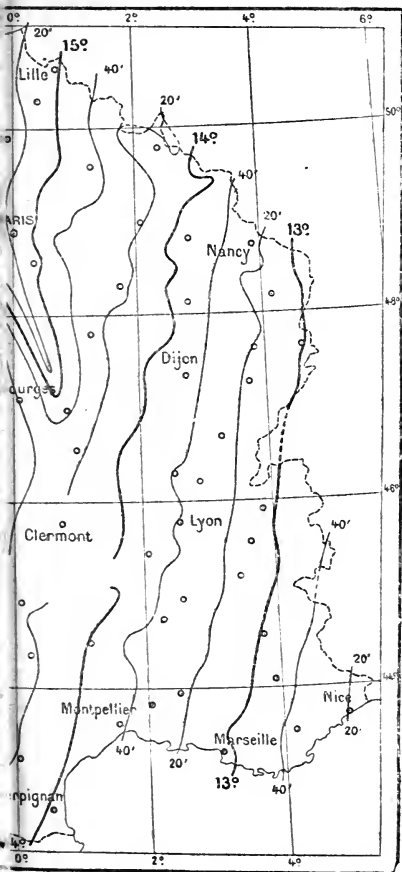
|  |     |
|--|-----|
| Cartes magnétiques de la France.....   | 252 |
| Chaleur et dilatation.....   | 279 |
| Densités.....  | 314 |
| Tensions de vapeurs.....   | 376 |
| Chaleurs spécifiques.....  | 385 |
| Chaleur latente de fusion et de vaporisation.  | 390 |
| Points critiques des fluides.....  | 395 |
| Solubilité.....  | 412 |
| Élasticité des solides.....  | 436 |
| Compressibilité des liquides.....  | 438 |
| Capillarité.....   | 440 |
| Viscosité des fluides.....   | 445 |
| Acoustique.....  | 449 |
| Optique.....   | 451 |
| Électricité. Unités C.G.S, vitesse de l'élec-<br>tricité, équivalents électrochimiques.....    | 502 |
| Corps simples : poids atomiques, équivalents,<br>dates de la découverte.....                   | 540 |
| Thermochimie.....  | 545 |
| Tableaux divers : principaux alliages, combus-<br>tibles, composition des vins, cidres, etc... | 593 |

# LIGNES D'ÉGALE DÉCLI





IN au 1<sup>er</sup> janvier 1896.



## CARTES MAGNÉTIQUES

## DE LA FRANCE

AU 1<sup>er</sup> JANVIER 1896.

On a longtemps admis, faute d'un nombre suffisant de points d'observations convenablement répartis, que la distribution des éléments magnétiques était régulière à la surface de la France. Les premières déterminations faites par M. Moureaux, en 1884 et 1885, avaient mis en évidence, dans différentes régions, des écarts singuliers paraissant dus à une cause physique, et qui démontraient ainsi la nécessité d'une étude détaillée, basée sur un réseau d'observations plus serré qu'il n'avait été possible de le faire avant que nos regrettés artistes, MM. Brunner, n'aient construit, sur les conseils de MM. d'Abbadie et Mascart, les précieux appareils de voyage qui facilitent à un si haut degré la tâche de l'observateur.

Le réseau magnétique actuel de la France comprend 617 stations, savoir : les chefs-lieux de départements, la plupart des chefs-lieux d'arrondissements, les ports et un grand nombre de points spéciaux déterminés par l'étude de la Carte géologique ou par la comparaison des premiers résultats.

Les nouvelles Cartes magnétiques ont été dressées d'après l'ensemble de ces observations, préalablement ramenées au 1<sup>er</sup> janvier 1896, par comparaison avec les valeurs correspondantes relevées à l'observatoire magnétique du Parc Saint-

Maur. Elles sont relatives à la déclinaison, à l'inclinaison et à la composante horizontale de l'intensité; les points qui y sont figurés indiquent la position des chefs-lieux de département.

*Carte des lignes d'égale déclinaison* (p. 252). — La déclinaison est partout occidentale en France, c'est-à-dire que le pôle Nord de l'aiguille aimantée s'y dirige à l'ouest du Nord géographique. Les lignes d'égale déclinaison, ou *isogones*, sont tracées de 20' en 20'.

La déclinaison *diminue* actuellement de 6' à 7' par an.

*Carte des lignes d'égale inclinaison* (p. 256). — Les lignes d'égale inclinaison sont également figurées de 20' en 20'.

L'inclinaison *diminue* actuellement de 1' à 2' par an.

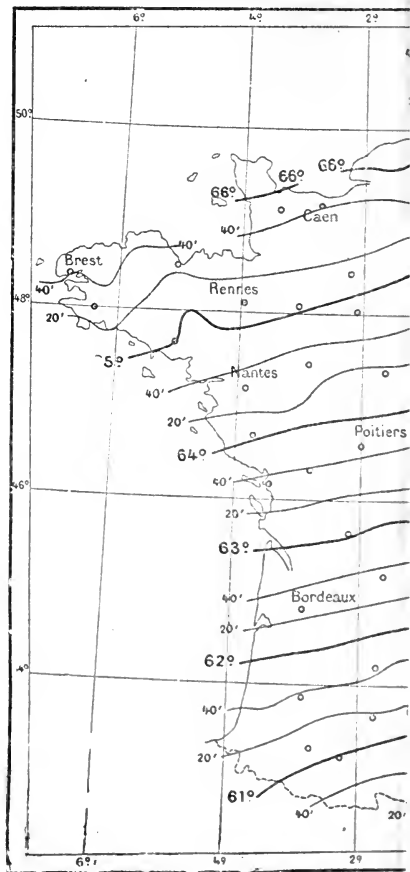
*Carte des lignes d'égale composante horizontale* (p. 260). — L'intervalle entre deux lignes consécutives d'égale composante horizontale est de 0,0020 unité C.G.S.

Cet élément est sensiblement stationnaire depuis quelques années.

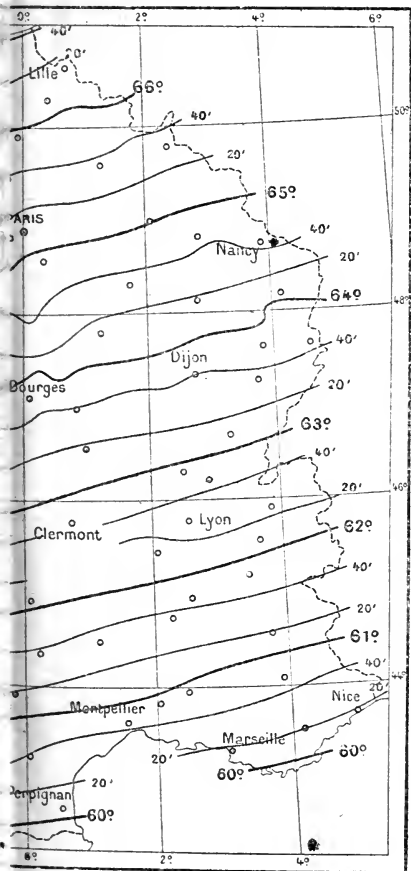
Les lignes isomagnétiques sont interrompues sur le Plateau central; leur tracé est subordonné à une étude toute spéciale de la région.

Nous avons signalé, dans les Volumes précédents de l'*Annuaire*, la remarquable anomalie magnétique qui s'étend sur tout le bassin géologique parisien, affectant les éléments à Paris même, et que la nature des terrains ne permettait guère de soupçonner; cette anomalie se continue d'ailleurs sur le sud de l'Angleterre, depuis l'île de Wight jusqu'aux

# LIGNES D'ÉGALE INCL



ON au 1<sup>er</sup> janvier 1896.



environs d'Oxford, ainsi que l'ont établi MM. Rücker et Thorpe. Les Cartes actuelles montrent qu'indépendamment de l'influence bien connue des roches du massif volcanique central sur l'aiguille aimantée, d'autres anomalies ont été constatées dans différentes régions de la France, notamment en Bretagne, dans les Vosges, dans le bassin ferrugineux de Meurthe-et-Moselle, dans la région du Pic du Midi, aux environs de La Châtre, de Coulommiers, de Moissac, etc.

Dans la pratique, on a souvent recours à la boussole pour tracer une méridienne, ou pour orienter un plan sur le terrain; il peut donc être utile de connaître la déclinaison en un lieu quelconque, à une date et à une heure déterminées.

S'il s'agit d'un chef-lieu de département ou d'arrondissement ou d'un port, on consultera les Tableaux publiés d'autre part (p. 263). Dans tous les autres cas, le point d'observation étant supposé connu, on commencera par chercher sa position sur la Carte (p. 252) et l'on en déduira la déclinaison en ce point pour le 1<sup>er</sup> janvier 1896. On corrigera ensuite ce premier résultat de la variation séculaire et de la variation diurne. En raison de la nature spéciale des appareils dont on fait généralement usage, il suffira que ces corrections soient exprimées simplement en minutes.

La *variation séculaire* de la déclinaison en France, tombée vers 4' de 1899 à 1905, se relève et est actuellement de —6' à —7' par année (<sup>1</sup>). En consultant le plus récent Volume de l'*Annuaire*, on n'aura donc à appliquer aux nombres

---

(<sup>1</sup>) L'installation de lignes électriques à trolley au voisinage de l'Observatoire de Perpignan ne permet plus de mesurer directement la différence de variation séculaire entre le Nord et le Midi de la France.

publiés dans les Tableaux, ou obtenus comme il vient d'être dit, qu'une correction très faible, établie depuis le 1<sup>er</sup> janvier de l'année en cours; on admettra que cette correction est proportionnelle au temps.

On tiendra compte ensuite de la *variation diurne* en appliquant au résultat, selon l'heure et l'époque de l'observation, les corrections indiquées dans la Table suivante :

|         | 6 <sup>h</sup> . | 8 <sup>h</sup> . | 10 <sup>h</sup> . | 12 <sup>h</sup> . | 14 <sup>h</sup> . | 16 <sup>h</sup> . | 18 <sup>h</sup> . |
|---------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Janv..  | 0'               | —1'              | 0'                | +3'               | +3'               | +1'               | 0'                |
| Févr..  | —1               | —2               | —1                | +3                | +4                | +2                | 0                 |
| Mars .  | —1               | —3               | —2                | +4                | +6                | +3                | 0                 |
| Avril . | —2               | —5               | —2                | +5                | +7                | +3                | 0                 |
| Mai ..  | —4               | —5               | —1                | +5                | +7                | +3                | 0                 |
| Juin .. | —5               | —5               | —1                | +5                | +7                | +4                | +1                |
| Juill.. | —4               | —4               | —1                | +5                | +6                | +3                | +1                |
| Août .  | —3               | —4               | 0                 | +5                | +6                | +2                | 0                 |
| Sept..  | —2               | —3               | 0                 | +5                | +5                | +2                | 0                 |
| Oct...  | —1               | —3               | —2                | +4                | +5                | +2                | 0                 |
| Nov ..  | 0                | —1               | —1                | +3                | +4                | +2                | 0                 |
| Déc..   | 0                | —1               | 0                 | +2                | +3                | +1                | 0                 |

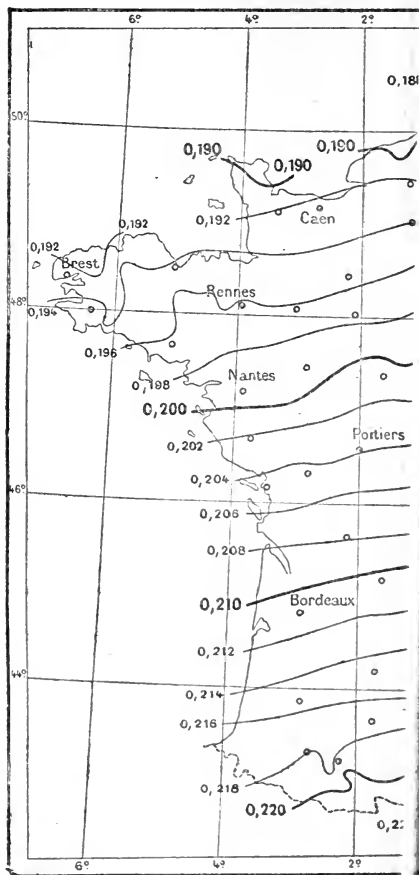
Il n'y aura donc pas lieu de faire usage de la Table, en opérant un peu après 10<sup>h</sup> ou vers 18<sup>h</sup>, la déclinaison passant alors par sa valeur moyenne.

#### EXEMPLE.

*Calculer la valeur probable de la déclinaison à Chantilly (Oise) le 3 juillet 1910, à 15<sup>h</sup>.*

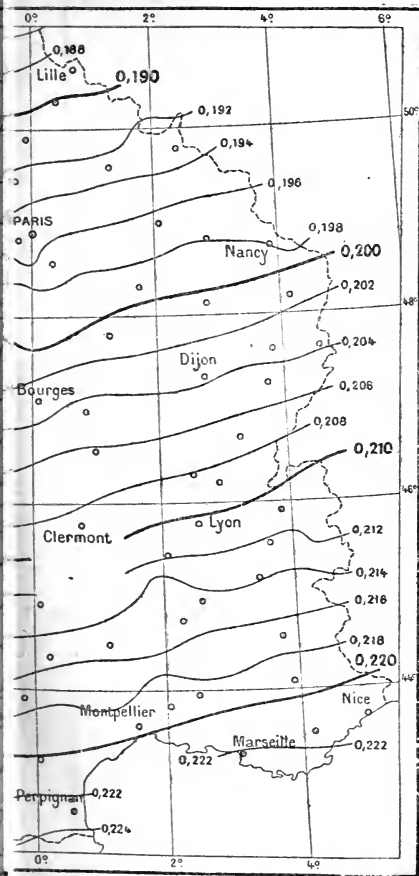
Les coordonnées de Chantilly sont : longitude, 0°9'E.; latitude, 49°11'N. On trouve, d'après

# LIGNES D'ÉGALE COMPOSANTE





# HORIZONTALE au 1<sup>er</sup> janvier 1896.



la carte (p. 252), que la déclinaison en ce point,  
au 1<sup>er</sup> janvier 1896, est de..... 15° 0'

*Corrections.*

|  |          |
|--|----------|
| Variation séculaire (14,5 années).—1° 10'                      | } —1° 6' |
| Variation diurne (d'après la Table<br>de la page 409).....+ 4' |          |

*Déclinaison probable à Chantilly, le 3 juillet 1910, à 15<sup>h</sup>..... 14° 3'*

Si les erreurs d'instrument ont pu être éliminées, et que le cercle de la boussole permette de lire la minute, la méridienne obtenue dans ces conditions sera exacte à quelques minutes près. Il peut se faire, toutefois, que les expériences correspondent à une perturbation magnétique; dans ce cas, les indications de l'aiguille aimantée perdent toute valeur pour le but proposé.

La méthode que nous venons d'indiquer brièvement suppose encore que la boussole est soustraite à toute influence locale.

On a vu plus haut que, non seulement dans les terrains primitifs ou d'origine volcanique, mais encore dans certains terrains récents, les phénomènes magnétiques peuvent être profondément troublés. Le Bureau central météorologique (176, rue de l'Université, à Paris) fournira les indications qui lui seront demandées sur la valeur de la déclinaison en un point déterminé, ou sur l'état magnétique à un moment donné.

Les ports qui ne sont pas chefs-lieux de département ou d'arrondissement figurent dans le Tableau de la page 275 et ne sont pas compris dans le Tableau général, p. 263 et suivantes.

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS    | VILLES                    | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INCLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| AIN             | Bourg . . . . .           | 12.26'                               | 62.14'           | 0,2114                              |
|                 | Belley . . . . .          | 12. 9                                | 61.47            | 0,2137                              |
|                 | Gex . . . . .             | 12. 2*                               | 62. 9*           | 0,2116*                             |
|                 | Nantua . . . . .          | 12.17                                | 62. 6            | 0,2119                              |
|                 | Trévoux . . . . .         | 12.32*                               | 62. 2*           | 0,2121*                             |
| AISNE           | Laon . . . . .            | 13.39                                | 65. 6            | 0,1951                              |
|                 | Château-Thierry . . . . . | 13.28                                | 64.44            | 0,1980                              |
|                 | Saint-Quentin . . . . .   | 13.44                                | 65.20            | 0,1940                              |
|                 | Soissons . . . . .        | 13.37                                | 64.58            | 0,1964                              |
|                 | Vervins . . . . .         | 13.26                                | 65.14            | 0,1945                              |
| ALLIER          | Moulins . . . . .         | 13.17                                | 62.40            | 0,2085                              |
|                 | Gannat . . . . .          | 13.10                                | 62.25            | 0,2100                              |
|                 | Lapalisse . . . . .       | 13. 1                                | 62.29            | 0,2101                              |
|                 | Montluçon . . . . .       | 13.33                                | 62.35            | 0,2091                              |
| ALPES (BASSES-) | Digne . . . . .           | 11.44                                | 60.11            | 0,2213                              |
|                 | Barcelonnette . . . . .   | 11.32                                | 60.21            | 0,2203                              |
|                 | Castellane . . . . .      | 11.30*                               | 59.54*           | 0,2229*                             |
|                 | Forcalquier . . . . .     | 11.56                                | 60.11            | 0,2218                              |
|                 | Sisteron . . . . .        | 11.52                                | 60.17            | 0,2210                              |
| ALPES (HAUTES-) | Gap . . . . .             | 11.50                                | 60.42            | 0,2193                              |
|                 | Briançon . . . . .        | 11.42                                | 60.52            | 0,2179                              |
|                 | Embrun . . . . .          | 11.41                                | 60.38            | 0,2194                              |
| ALPES-MARITIMES | Nice . . . . .            | 11.13                                | 59.41            | 0,2238                              |
|                 | Grasse . . . . .          | 11.23                                | 59.44            | 0,2237                              |
|                 | Puget-Théniers . . . . .  | 11.22                                | 59.54            | 0,2226                              |
|                 | Privas . . . . .          | 12.28                                | 60.59            | 0,2175                              |
| ARDECHE         | Largentière . . . . .     | 12.33*                               | 60.50*           | 0,2181*                             |
|                 | Tournon . . . . .         | 12.29*                               | 61.15*           | 0,2167*                             |

\* Les nombres suivis d'un astérisque ont été obtenus par interpolation avec les observations faites dans les stations les plus voisines, tous les autres sont le résultat de mesures directes.

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS              | VILLES               | DÉCLI-<br>NAISON<br>Occi-<br>dentale | INGLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|---------------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| ARDENNES.....             | Mézières.....        | 13. 0'                               | 65. 2'           | 0,1955                              |
|                           | Rethel.....          | 13.15                                | 64.55            | 0,1963                              |
|                           | Rocroi.....          | 13. 8*                               | 64.57*           | 0,1951*                             |
|                           | Sedan.....           | 13.15                                | 65. 6            | 0,1957                              |
|                           | Vouziers.....        | 13.11                                | 64.47            | 0,1971                              |
| ARIÈGE.....               | Foix.....            | 13.22                                | 59.49            | 0,2235                              |
|                           | Pamiers.....         | 13.24                                | 60. 1            | 0,2228                              |
|                           | Saint-Girons.....    | 13.32                                | 59.53            | 0,2228                              |
|                           | Troyes.....          | 13.15                                | 64. 0            | 0,2015                              |
| AUBE.....                 | Arcis-sur-Aube....   | 13.15                                | 64.10            | 0,2007                              |
|                           | Bar-sur-Aube.....    | 12.55                                | 63.51            | 0,2024                              |
|                           | Bar-sur-Seine.....   | 13. 5                                | 63.53            | 0,2026                              |
|                           | Nogent-sur-Seine..   | 13.27                                | 64.16            | 0,2004                              |
|                           | Carcassonne.....     | 13.13                                | 59.58            | 0,2226                              |
| AUDE.....                 | Castelnaudary.....   | 13.20                                | 60. 4            | 0,2221                              |
|                           | Limoux.....          | 13.10                                | 59.49            | 0,2236                              |
|                           | Narbonne.....        | 12.56                                | 59.49            | 0,2232                              |
|                           | Rodez.....           | 13.16                                | 60.59            | 0,2181                              |
|                           | Espalion.....        | 13. 7*                               | 61. 6*           | 0,2171*                             |
| AVEYRON.....              | Millau.....          | 13. 1                                | 60.40            | 0,2194                              |
|                           | Saint-Affrique.....  | 13. 4                                | 60.33            | 0,2200                              |
|                           | Villefranche.....    | 13.31                                | 61. 1            | 0,2176                              |
|                           | Belfort (terr. de).. | 11.56                                | 63.13            | 0,2056                              |
| BOUCHES-DU-<br>RHONE..... | Marseille.....       | 11.55                                | 59.29            | 0,2245                              |
|                           | Aix.....             | 11.54                                | 59.47            | 0,2238                              |
|                           | Arles.....           | 12.22                                | 60. 2            | 0,2222                              |
|                           | Caen.....            | 15.21                                | 65. 8            | 0,1954                              |
|                           | Bayeux.....          | 15.35*                               | 65.17            | 0,1945                              |
| CALVADOS.....             | Falaise.....         | 15.10                                | 64.58            | 0,1964                              |
|                           | Lisieux.....         | 14.54                                | 65. 5            | 0,1958                              |
|                           | Pont-l'Évêque.....   | 15. 1*                               | 65.12*           | 0,1951*                             |
|                           | Vire.....            | 15.35                                | 65. 1            | 0,1960                              |

# VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES

Dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS               | VILLES                           | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INCLI-<br>NAISON   | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| CANTAL.....                | Aurillac.....                    | 13.21 <sup>0</sup>                   | 61.27 <sup>0</sup> | 0,2152                              |
|                            | Mauriac.....                     | 12.59                                | 62.5               | 0,2111                              |
|                            | Murat.....                       | 12.44                                | 60.4               | 0,2224                              |
|                            | Saint-Flour.....                 | 13.2                                 | 61.30              | 0,2149                              |
| CHARENTE .. ..             | Angoulême.....                   | 14.25                                | 62.25              | 0,2104                              |
|                            | Barbezieux.....                  | 14.31                                | 62.17              | 0,2110                              |
|                            | Cognac.....                      | 14.35                                | 62.29              | 0,2099                              |
|                            | Confolens.....                   | 14.13*                               | 62.36*             | 0,2090*                             |
|                            | Ruffec.....                      | 14.23                                | 62.42              | 0,2091                              |
| CHARENTE-<br>INFÉRIEURE... | La Rochelle.....                 | 15.7                                 | 62.59              | 0,2072                              |
|                            | Jonzac.....                      | 14.36                                | 62.16              | 0,2111                              |
|                            | Marennes.....                    | 15.0                                 | 62.41              | 0,2086                              |
|                            | Rochefort.....                   | 14.58                                | 62.46              | 0,2083                              |
|                            | Saintes.....                     | 14.47                                | 62.41              | 0,2095                              |
|                            | S <sup>t</sup> -Jean-d'Angély... | 14.48                                | 62.42              | 0,2088                              |
| CHER.....                  | Bourges.....                     | 13.32                                | 63.14              | 0,2060                              |
|                            | Saint-Amand.....                 | 13.39                                | 62.58              | 0,2077                              |
|                            | Sancerre.....                    | 14.2                                 | 63.30              | 0,2055                              |
| CORRÈZE.....               | Tulle.....                       | 13.42                                | 61.48              | 0,2132                              |
|                            | Brive.....                       | 13.46                                | 61.49              | 0,2135                              |
|                            | Ussel.....                       | 13.32                                | 62.1               | 0,2115                              |
| CORSE.....                 | Ajaccio.....                     | 10.18                                | 57.49              | 0,2331                              |
|                            | Bastia.....                      | 11.48                                | 58.21              | 0,2285                              |
|                            | Calvi.....                       | 10.35                                | 58.19              | 0,2309                              |
|                            | Corte.....                       | 10.37                                | 57.57              | 0,2325                              |
|                            | Sartène.....                     | 10.25                                | 57.34              | 0,2343                              |
| CÔTE-D'OR.....             | Dijon.....                       | 12.37                                | 63.5               | 0,2061                              |
|                            | Beaune.....                      | 12.40                                | 62.58              | 0,2076                              |
|                            | Châtillon-s.-Seine..             | 13.2                                 | 63.33              | 0,2037                              |
|                            | Semur.....                       | 12.56                                | 63.25              | 0,2051                              |

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS    | VILLES             | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INGLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANT<br>horizon-<br>tale |
|-----------------|--------------------|--------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| CÔTES-DU-NORD.  | Saint-Brieuc.....  | 16. 13''                             | 64. 51'          | 0, 1979                            |
|                 | Dinan.....         | 15. 55                               | 64. 53           | 0, 1971                            |
|                 | Guingamp.....      | 16. 26                               | 65. 6            | 0, 1960                            |
|                 | Lannion.....       | 16. 24                               | 65. 10           | 0, 1950                            |
|                 | Loudéac.....       | 15. 56                               | 64. 45           | 0, 1987                            |
| CREUSE.....     | Guéret.....        | 13. 49                               | 62. 37           | 0, 2090                            |
|                 | Aubusson.....      | 13. 37                               | 62. 27           | 0, 2090                            |
|                 | Bourganenfr.....   | 13. 47*                              | 62. 28*          | 0, 2098                            |
|                 | Boussac.....       | 13. 44                               | 62. 41           | 0, 2087                            |
| DORDOGNE....    | Périgueux.....     | 14. 3                                | 61. 57           | 0, 2120                            |
|                 | Bergerac.....      | 14. 7                                | 61. 41           | 0, 2143                            |
|                 | Nontron.....       | 14. 14                               | 61. 15           | 0, 2101                            |
|                 | Ribérac.....       | 14. 17                               | 62. 2            | 0, 2121                            |
|                 | Sarlat.....        | 13. 48*                              | 61. 35*          | 0, 2153                            |
| DOUBS.....      | Besançon.....      | 12. 9                                | 62. 58           | 0, 2077                            |
|                 | Baume-les-Dames..  | 12. 6                                | 63. 5            | 0, 2077                            |
|                 | Montbéliard.....   | 11. 54                               | 63. 7            | 0, 2066                            |
|                 | Pontarlier.....    | 12. 0*                               | 62. 36           | 0, 2099                            |
| DRÔME.....      | Valence.....       | 12. 27                               | 61. 8            | 0, 2116                            |
|                 | Die.....           | 12. 12                               | 60. 54           | 0, 2117                            |
|                 | Montélimar... ..   | 12. 26                               | 60. 46           | 0, 2118                            |
|                 | Nyons.....         | 12. 15*                              | 60. 34*          | 0, 2119                            |
| EURE.....       | Évreux.....        | 14. 25                               | 64. 57           | 0, 1966                            |
|                 | Les Andelys.....   | 14. 43*                              | 65. 11*          | 0, 1944                            |
|                 | Bernay.....        | 14. 44                               | 65. 0            | 0, 1966                            |
|                 | Louvier.....       | 14. 35                               | 65. 5            | 0, 1955                            |
| EURE-ET-LOIR... | Pont-Audemer....   | 14. 45                               | 65. 16           | 0, 1944                            |
|                 | Chartres.....      | 14. 10                               | 64. 25           | 0, 1999                            |
|                 | Châteaudun.....    | 14. 18                               | 64. 11           | 0, 2000                            |
|                 | Dreux.....         | 14. 15                               | 64. 38           | 0, 1977                            |
|                 | Nogent-le-Rotrou.. | 14. 36                               | 64. 24           | 0, 1999                            |

## VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES

Dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS           | VILLES             | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INGLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|------------------------|--------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| FINISTÈRE.....         | Quimper.....       | 16.46'                               | 64.53'           | 0,1975                              |
|                        | Brest.....         | 16.55                                | 65. 6            | 0,1956                              |
|                        | Châteaulin.....    | 16.54                                | 65. 2            | 0,1959                              |
|                        | Morlaix.....       | 16.27                                | 65.12            | 0,1964                              |
|                        | Quimperle.....     | 16.24                                | 64.43            | 0,1978                              |
| GARD.....              | Nîmes.....         | 12.28                                | 60.12            | 0,2215                              |
|                        | Alais.....         | 12.35                                | 60.31            | 0,2206                              |
|                        | Uzès.....          | 12.27                                | 60.25            | 0,2209                              |
|                        | Le Vigan.....      | 12.48                                | 60.29            | 0,2201                              |
| GARONNE<br>(HAUTE-)... | Toulouse.....      | 13.33                                | 60.24            | 0,2200                              |
|                        | Muret.....         | 13.37                                | 60.13            | 0,2213                              |
|                        | Saint-Gaudens..... | 13.43                                | 60. 7            | 0,2219                              |
|                        | Villefranche.....  | 13.27                                | 60.13            | 0,2217                              |
|                        | Auch.....          | 13.53                                | 60.34            | 0,2195                              |
| GERS.....              | Condom.....        | 14. 5                                | 60.53            | 0,2180                              |
|                        | Lectoure.....      | 14. 1                                | 60.52            | 0,2178                              |
|                        | Lombez.....        | 13.45*                               | 60.21*           | 0,2209*                             |
|                        | Mirande.....       | 14. 2                                | 60.33            | 0,2202                              |
| GIRONDE.....           | Bordeaux.....      | 14.39                                | 61.47            | 0,2136                              |
|                        | Bazas.....         | 14.23                                | 61.24            | 0,2156                              |
|                        | Blaye.....         | 14.40                                | 62. 7            | 0,2122                              |
|                        | Lesparre.....      | 14.50                                | 62.13            | 0,2116                              |
|                        | Libourne.....      | 14.28                                | 61.49            | 0,2135                              |
|                        | La Réole.....      | 14.19                                | 61.31            | 0,2151                              |
| HÉRAULT.....           | Montpellier.....   | 12.35                                | 60. 3            | 0,2220                              |
|                        | Béziers.....       | 12.52                                | 59.52            | 0,2226                              |
|                        | Lodève.....        | 12.53                                | 60.19            | 0,2206                              |
|                        | Saint-Pons.....    | 12.58                                | 60. 4            | 0,2223                              |
| ILLE-ET-VILAINE.       | Rennes.....        | 15.37                                | 64.33            | 0,1989                              |
|                        | Fougères.....      | 15.29                                | 64.44            | 0,1976                              |

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS                      | VILLES                | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INCLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|-----------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| ILLE-ET-VILAINE<br>( suite )..... | Montfort.....         | 15.45'                               | 64.37'           | 0, 1982                             |
|                                   | Redon.....            | 15.50                                | 64.19            | 0, 2003                             |
|                                   | Saint-Malo.....       | 15.58                                | 64.58            | 0, 1967                             |
|                                   | Vitré.....            | 15.30                                | 64.37            | 0, 1983                             |
| INDRE... ..                       | Châteauroux.....      | 13.57                                | 63.10            | 0, 2064                             |
|                                   | Le Blanc.....         | 14.13                                | 63. 7            | 0, 2063                             |
|                                   | La Châtre.....        | 13.13                                | 62.39            | 0, 2092                             |
|                                   | Issoudun.....         | 13.54                                | 63.15            | 0, 2056                             |
| INDRE-ET-LOIRE.                   | Tours.....            | 14.26                                | 63.39            | 0, 2038                             |
|                                   | Chinon.....           | 14.34                                | 63.35            | 0, 2041                             |
|                                   | Loches.....           | 14.19                                | 63.32            | 0, 2044                             |
| ISÈRE.....                        | Grenoble.....         | 12. 5                                | 61.15            | 0, 2162                             |
|                                   | Saint-Marcellin... .. | 12.19                                | 61.19            | 0, 2160                             |
|                                   | La Tour-du-Pin... ..  | 12.16                                | 61.39            | 0, 2142                             |
|                                   | Vienne.....           | 12.33                                | 61.43            | 0, 2138                             |
| JURA.....                         | Lons-le-Saunier... .. | 12.18                                | 62.32            | 0, 2097                             |
|                                   | Dôle.....             | 12.26                                | 62.56            | 0, 2073                             |
|                                   | Poligny.....          | 12.16*                               | 62.40*           | 0, 2091                             |
|                                   | Saint-Claude.....     | 12. 8                                | 62.16            | 0, 2110                             |
| LANDES.....                       | Mont-de-Marsan... ..  | 14.23                                | 61. 0            | 0, 2180                             |
|                                   | Dax.....              | 14.36                                | 61. 0            | 0, 2176                             |
|                                   | Saint-Sever... ..     | 14.22*                               | 60.53            | 0, 2184                             |
| LOIR-ET-CHER..                    | Blois.....            | 14.13                                | 63.48            | 0, 2026                             |
|                                   | Romorantin.....       | 14. 1                                | 63.38            | 0, 2038                             |
|                                   | Vendôme.....          | 14.23                                | 64. 1            | 0, 2020                             |
| LOIRE.....                        | Saint-Étienne.....    | 12.42                                | 61.38            | 0, 2141                             |
|                                   | Montbrison.....       | 12.51                                | 61.43            | 0, 2132                             |
|                                   | Roanne.....           | 12.51*                               | 62. 9            | 0, 2116                             |
| LOIRE ( HAUTE- ).                 | Le Puy.....           | 12.54                                | 61.21            | 0, 2163                             |
|                                   | Brioude.....          | 13. 4*                               | 61.39*           | 0, 2129                             |
|                                   | Yssingaux.....        | 12.47                                | 61.26*           | 0, 2169                             |



## VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES

dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS            | VILLES                  | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INCLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| LOIRE-<br>INFÉRIEURE... | Nantes .....            | 15.30'                               | 63.54'           | 0,2013                              |
|                         | Ancenis .....           | 15.14                                | 64. 3            | 0,2015                              |
|                         | Châteaubriant.....      | 15.26                                | 64.16            | 0,2004                              |
|                         | Paimbœuf.....           | 15.46                                | 63.51            | 0,2023                              |
|                         | Saint-Nazaire.....      | 15.45                                | 64. 6            | 0,2013                              |
| LOIRET .....            | Orléans .....           | 13.57                                | 63.59            | 0,2017                              |
|                         | Gien.....               | 14. 9                                | 63.56            | 0,2028                              |
|                         | Montargis.....          | 14. 3                                | 64. 2            | 0,2012                              |
|                         | Pithiviers.....         | 14. 8                                | 64.15*           | 0,2007                              |
| LOT.....                | Cahors.....             | 13.41                                | 61.14            | 0,2167                              |
|                         | Figeac.....             | 13.18                                | 61.16            | 0,2163                              |
|                         | Gourdon.....            | 13.49                                | 61.26            | 0,2152                              |
| LOT-ET-<br>GARONNE..... | Agen.....               | 14. 2                                | 61. 4            | 0,2171                              |
|                         | Marmande.....           | 14.13                                | 61.22            | 0,2156                              |
|                         | Nérac.....              | 14.12                                | 61. 7            | 0,2172                              |
|                         | Villeneuve-sur-Lot..... | 13.57                                | 61.11            | 0,2164                              |
| LOZÈRE.....             | Mende .....             | 12.52                                | 60.59            | 0,2175                              |
|                         | Florac.....             | 12.46*                               | 60.49*           | 0,2184*                             |
|                         | Marvejols .....         | 12.56                                | 60.57            | 0,2175                              |
| MAINE-ET-LOIRE.         | Angers .....            | 15.13                                | 63.55            | 0,2019                              |
|                         | Baugé .....             | 14.54                                | 64. 0            | 0,2020                              |
|                         | Cholet.....             | 15. 4                                | 63.56            | 0,2025                              |
|                         | Saumur.....             | 14.42                                | 63.38            | 0,2036                              |
|                         | Segré .....             | 15.12                                | 64. 8            | 0,2012                              |
| MANCHE.....             | Saint-Lô.....           | 15.43                                | 65.16            | 0,1948                              |
|                         | Avranches.....          | 15.43                                | 65. 0            | 0,1965                              |
|                         | Cherbourg.....          | 15.59                                | 65.41            | 0,1921                              |
|                         | Contances.....          | 15.53                                | 65.13            | 0,1949                              |
|                         | Mortain .....           | 15.32*                               | 64.55*           | 0,1967*                             |
|                         | Valognes.....           | 15.56                                | 65.34            | 0,1926                              |

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS                | VILLES              | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INCLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| MARNE.....                  | Châlons-sur-Marne   | 13. 14'                              | 64. 29'          | 0, 1993                             |
|                             | Épernay.....        | 13. 19                               | 64. 38           | 0, 1983                             |
|                             | Reims.....          | 13. 25                               | 64. 45           | 0, 1973                             |
|                             | Sainte-Menehould.   | 13. 3                                | 64. 29           | 0, 1989                             |
|                             | Vitry-le-François.. | 13. 3                                | 64. 15           | 0, 2004                             |
| MARNE (HAUTE-).             | Chaumont.....       | 12. 44                               | 63. 44           | 0, 2029                             |
|                             | Langres.....        | 12. 36                               | 63. 32           | 0, 2037                             |
|                             | Wassy.....          | 12. 52                               | 64. 6            | 0, 2010                             |
| MAYENNE.....                | Laval.....          | 15. 21                               | 64. 33           | 0, 1990                             |
|                             | Château-Gontier...  | 15. 15                               | 64. 17           | 0, 2005                             |
|                             | Mayenne.....        | 15. 16                               | 64. 38           | 0, 1982                             |
| MEURTHE-ET-<br>MOSELLE..... | Nancy.....          | 12. 18                               | 64. 12           | 0, 2005                             |
|                             | Briey.....          | 12. 30*                              | 64. 34*          | 0, 1987*                            |
|                             | Lunéville.....      | 12. 7                                | 64. 7            | 0, 2003                             |
|                             | Toul.....           | 12. 21                               | 64. 11           | 0, 2003                             |
| MEUSE.....                  | Bar-le-Duc.....     | 12. 49                               | 64. 16           | 0, 2003                             |
|                             | Commercy.....       | 12. 38                               | 64. 11           | 0, 2003                             |
|                             | Montmédy.....       | 12. 40                               | 64. 44           | 0, 1975                             |
|                             | Verdun.....         | 12. 44                               | 64. 31*          | 0, 1988*                            |
| MORBIHAN.....               | Vannes.....         | 16. 6                                | 64. 27           | 0, 1991                             |
|                             | Lorient.....        | 16. 40                               | 64. 44           | 0, 1968                             |
|                             | Ploërmel.....       | 15. 50                               | 64. 24           | 0, 1991                             |
|                             | Pontivy.....        | 15. 52                               | 64. 41           | 0, 1971                             |
| NIÈVRE.....                 | Nevers.....         | 13. 36                               | 63. 4            | 0, 2071                             |
|                             | Château-Chinon...   | 13. 6                                | 63. 1            | 0, 2069                             |
|                             | Clamecy.....        | 13. 22                               | 63. 25           | 0, 2050                             |
|                             | Cosne.....          | 14. 6                                | 63. 29           | 0, 2047                             |
| NORD.....                   | Lille.....          | 13. 54                               | 65. 48           | 0, 1918                             |
|                             | Avesnes.....        | 13. 22                               | 65. 23           | 0, 1936                             |
|                             | Cambrai.....        | 13. 43                               | 65. 29           | 0, 1932                             |
|                             | Donai.....          | 13. 55                               | 65. 45           | 0, 1920                             |

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS              | VILLES                 | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INCLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|---------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| NORD (suite) ..           | Dunkerque.....         | 14. 21'                              | 66. 12'          | 0, 1890                             |
|                           | Hazebrouck.....        | 14. 7                                | 65. 59           | 0, 1904                             |
|                           | Valenciennes.....      | 13. 40                               | 65. 43           | 0, 1922                             |
| OISE.....                 | Beauvais.. ..          | 14. 20                               | 65. 7            | 0, 1954                             |
|                           | Clermont.....          | 14. 5*                               | 65. 4*           | 0, 1960*                            |
|                           | Compiègne .....        | 13. 55                               | 65. 3            | 0, 1960                             |
|                           | Senlis.. ..            | 13. 57                               | 64. 55           | 0, 1967                             |
| ORNE.....                 | Alençon.. ..           | 14. 58                               | 64. 39           | 0, 1982                             |
|                           | Argentan .....         | 15. 6                                | 64. 53           | 0, 1969                             |
|                           | Domfront.....          | 15. 23                               | 64. 48           | 0, 1970                             |
|                           | Mortagne. ....         | 14. 44                               | 64. 34           | 0, 1982                             |
| PAS-DE-CALAIS ..          | Arras .....            | 14. 1                                | 65. 37           | 0, 1927                             |
|                           | Béthune.....           | 14. 4                                | 65. 49           | 0, 1915                             |
|                           | Boulogne .....         | 14. 38                               | 66. 3            | 0, 1898                             |
|                           | Montreuil .....        | 14. 34                               | 65. 57           | 0, 1908                             |
|                           | Saint-Omer. ....       | 14. 22                               | 66. 0            | 0, 1901                             |
|                           | Saint-Pol.....         | 14. 16                               | 65. 45           | 0, 1917                             |
| PUY-DE-DÔME...            | Clermont-Ferrand       | 13. 17                               | 61. 59           | 0, 2119                             |
|                           | Ambert.....            | 13. 1                                | 61. 46           | 0, 2132                             |
|                           | Issoire .....          | 14. 7                                | 61. 46           | 0, 2142                             |
|                           | Riom.....              | 13. 13                               | 62. 14           | 0, 2110                             |
| PYRÉNÉES<br>(BASSES-).... | Thiers.....            | 13. 7                                | 62. 9            | 0, 2118                             |
|                           | Pau.....               | 14. 14                               | 60. 24           | 0, 2206                             |
|                           | Bayonne.....           | 14. 41                               | 60. 51           | 0, 2191                             |
|                           | Mauléon.....           | 14. 22*                              | 60. 35           | 0, 2199                             |
|                           | Oloron.....            | 14. 15                               | 60. 29           | 0, 2203                             |
|                           | Orthez .....           | 14. 25                               | 60. 41           | 0, 2194                             |
| PYRÉNÉES<br>(HAUTES-) ..  | Tarbes .....           | 14. 3                                | 60. 18           | 0, 2209                             |
|                           | Argelès.....           | 14. 6                                | 60. 10           | 0, 2217                             |
|                           | Bagnères-de-Bigorre... | 14. 2                                | 60. 10           | 0, 2227                             |

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS               | VILLES                 | DÉCLI-<br>NAISON<br>occi-<br>dentale | INCLI-<br>NAISON | COM<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| PYRÉNÉES-<br>ORIENTALES .. | Perpignan .....        | 12.50'                               | 59.27'           | 0,2255                             |
|                            | Céret.....             | 12.51                                | 59.12            | 0,2265                             |
|                            | Prades .....           | 13. 6                                | 59.24            | 0,2256                             |
| RHÔNE.....                 | Lyon.....              | 12.32                                | 61.54            | 0,2128                             |
|                            | Villefranche .....     | 12.41                                | 62. 4            | 0,2109                             |
| SAÔNE (HAUTE-).            | Vesoul.....            | 12.10                                | 63.13            | 0,2059                             |
|                            | Gray.. ..              | 12.22                                | 63.11            | 0,2063                             |
|                            | Lure .....             | 12. 9                                | 63.20            | 0,2048                             |
| SAÔNE-ET-LOIRE.            | Mâcon.....             | 12.33                                | 62.17            | 0,2106                             |
|                            | Autun.....             | 12.55                                | 62.56            | 0,2072                             |
|                            | Chalon-sur-Saône.      | 12.38                                | 62.45            | 0,2084                             |
|                            | Charolles.. ..         | 12.40                                | 62.33            | 0,2095                             |
|                            | Louhans.....           | 12.27                                | 62 34*           | 0,2094                             |
| SARTHE... ..               | Le Mans.. ..           | 14.51                                | 64.15            | 0,2001                             |
|                            | La Flèche .....        | 14.53                                | 64. 6            | 0,2015                             |
|                            | Mamers.....            | 14.51                                | 64.32            | 0,1987                             |
|                            | Saint-Calais.....      | 14.29                                | 64.13            | 0,2008                             |
| SAVOIE .....               | Chambéry.....          | 12. 2                                | 61.34            | 0,2148                             |
|                            | Alberville. ....       | 11.48                                | 61.34            | 0,2143                             |
|                            | Montiers.....          | 11.50                                | 61.22            | 0,2145                             |
|                            | St-Jean-de-Maurienne.. | 11.52                                | 61.13            | 0,2163                             |
| SAVOIE (HAUTE-).           | Annecy.....            | 11.58                                | 61.51            | 0,2132                             |
|                            | Bonneville.....        | 11.55                                | 61.53            | 0,2128                             |
|                            | Saint-Julien .....     | 12. 3                                | 62. 3            | 0,2122                             |
|                            | Thonon .....           | 11.50*                               | 62. 1*           | 0,2124                             |
| SEINE .....                | Paris.....             | 14. 5*                               | 64.33*           | 0,1985                             |
|                            | Saint-Denis.....       | 14. 6*                               | 64.35*           | 0,1984                             |
|                            | Sceaux . ....          | 14.11*                               | 64.33*           | 0,1985                             |

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS              | VILLES              | DÉGLI-<br>NAISON<br>Occi-<br>dentale | INCLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| SEINE-<br>INFÉRIEURE. . . | Rouen.....          | 14.46'                               | 65.18'           | 0,1949                              |
|                           | Dieppe.....         | 14.51                                | 65.38            | 0,1922                              |
|                           | Le Havre.....       | 15. 5                                | 65.23            | 0,1941                              |
|                           | Neufchâtel.....     | 14.47                                | 65.27            | 0,1933                              |
|                           | Yvetot.....         | 14.49                                | 65.36            | 0,1928                              |
| SEINE-ET-MARNE.           | Melun.....          | 14. 1                                | 64.24            | 0,1990                              |
|                           | Coulommiers.....    | 13.24                                | 64.32            | 0,1989                              |
|                           | Fontainebleau.....  | 13.53                                | 64.17            | 0,2002                              |
|                           | Meaux.....          | 13.45                                | 64.42            | 0,1982                              |
|                           | Provins.....        | 13.28                                | 64.20            | 0,1998                              |
| SEINE-ET-OISE..           | Versailles.....     | 14.25                                | 64.40            | 0,1979                              |
|                           | Corbeil.....        | 14. 5                                | 64.29            | 0,1987                              |
|                           | Étampes.....        | 14.21                                | 64.26            | 0,1997                              |
|                           | Mantes.....         | 14.37                                | 64.57            | 0,1965                              |
|                           | Pontoise.....       | 14.20                                | 64.50            | 0,1972                              |
| SÈVRES (DEUX-).           | Rambouillet.....    | 14.15                                | 64.43            | 0,1986                              |
|                           | Niort.....          | 14.47                                | 63. 4            | 0,2070                              |
|                           | Bressuire.....      | 14.55                                | 63.24            | 0,2048                              |
|                           | Melle.....          | 14.37                                | 62.57            | 0,2075                              |
|                           | Parthenay.....      | 14.49                                | 63.15            | 0,2059                              |
| SOMME.....                | Amiens.....         | 14.23                                | 65.26            | 0,1933                              |
|                           | Abbeville.....      | 14.32                                | 65.37            | 0,1926                              |
|                           | Doullens.....       | 14.17                                | 65.36            | 0,1926                              |
|                           | Montdidier.....     | 14. 2                                | 65.17            | 0,1944                              |
|                           | Péronne.....        | 13.56                                | 65.23            | 0,1937                              |
| TARN.....                 | Albi.....           | 13.23                                | 60.37            | 0,2197                              |
|                           | Castres.....        | 13.17                                | 60.17            | 0,2213                              |
|                           | Gaillac.....        | 13.26                                | 60.38            | 0,2194                              |
| TARN-ET-<br>GARONNE.....  | Lavaur.....         | 13.28                                | 60.28            | 0,2198                              |
|                           | Montauban.....      | 13.40                                | 60.47            | 0,2180                              |
|                           | Castelsarrazin..... | 13.48                                | 60.51            | 0,2172                              |
|                           | Moissac.....        | 13.43                                | 60.50            | 0,2176                              |

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
dans les chefs-lieux de département et d'arrondissement,  
pour le 1<sup>er</sup> janvier 1910.

| DÉPARTEMENTS            | VILLES             | DÉCLI-<br>NAISON<br>occidentale | INCLI-<br>NAISON | COM-<br>POSANTE<br>horizon-<br>tale |
|-------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| VAR.....                | Draguignan.....    | 11.27'                          | 59° 41'          | 0,2238                              |
|                         | Brignoles.....     | 11.39                           | 59.40            | 0,2242                              |
|                         | Toulon.....        | 11.45                           | 59.16            | 0,2258                              |
| VAUCLUSE.....           | Avignon.....       | 12.18                           | 60.12            | 0,2210                              |
|                         | Apt.....           | 12. 2*                          | 60. 7            | 0,2220                              |
|                         | Carpentras.....    | 12.11                           | 60.19            | 0,2206                              |
|                         | Orange.....        | 12.17                           | 60.25            | 0,2190                              |
| VENDÉE.....             | La Roche-sur-Yon.. | 15.15                           | 63.27            | 0,2048                              |
|                         | Fontenay-le-Comte. | 14.50                           | 63.11            | 0,2065                              |
|                         | Sables-d'Olonne... | 15.25                           | 63.25            | 0,2050                              |
| VIENNE.....             | Poitiers.....      | 14.29                           | 63. 9            | 0,2062                              |
|                         | Châtellerault....  | 14.27                           | 63.18            | 0,2050                              |
|                         | Civray.....        | 14.26*                          | 62.49*           | 0,2080                              |
|                         | Loudun... ..       | 14.40                           | 63.33            | 0,2042                              |
|                         | Montmorillon.....  | 14.22                           | 63. 1            | 0,2070                              |
| VIENNE<br>( HAUTE-).... | Limoges.....       | 14. 1                           | 62.25            | 0,2100                              |
|                         | Bellac.....        | 14.12                           | 62.43            | 0,2080                              |
|                         | Rochechouart....   | 14.10                           | 62.25            | 0,2100                              |
|                         | Saint-Yriex.....   | 13.59                           | 62.12            | 0,2110                              |
| VOSGES.....             | Épinal.....        | 12. 6                           | 63.39            | 0,2030                              |
|                         | Mirecourt.....     | 12. 5                           | 63.49            | 0,2020                              |
|                         | Neufchâteau....    | 12.26                           | 63.56            | 0,2010                              |
|                         | Remiremont....     | 12. 1                           | 63.28            | 0,2040                              |
|                         | Saint-Dié.....     | 11.51                           | 63.37            | 0,2030                              |
| YONNE.....              | Auxerre.....       | 13.23                           | 63.41            | 0,2030                              |
|                         | Avallon.....       | 13.10                           | 63.28            | 0,2040                              |
|                         | Joigny.....        | 13.26                           | 63.51            | 0,2020                              |
|                         | Sens.....          | 13.30                           | 64. 3            | 0,2010                              |
|                         | Tonnerre. . . . .  | 13. 5                           | 63.39            | 0,2030                              |

VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES DANS LES PORTS,  
POUR LE 1<sup>er</sup> JANVIER 1910.

| VILLES                   | DÉCLINAISON<br>occidentale | INCLINAISON | COMPOSANTE<br>horizontale | LONGITUDE | LATITUDE<br>nord |
|--------------------------|----------------------------|-------------|---------------------------|-----------|------------------|
| Antibes .....            | 11.18*                     | 59.41*      | 0,2240*                   | 4.48' E   | 43.34            |
| Arfleuer.....            | 15.50                      | 65.41       | 0,1924                    | 3.35 O    | 49.40            |
| Arck.....                | 14.37                      | 65.53       | 0,1907                    | 0.46 O    | 50.24            |
| Auc.....                 | 12. 8*                     | 59.37*      | 0,2241*                   | 2.59 E    | 43.24            |
| Balais.....              | 14.34                      | 66.12       | 0,1894                    | 0.28 O    | 50.57            |
| Bancarneau.....          | 16.58                      | 65. 5       | 0,1963                    | 6.15 O    | 47.52            |
| Bourseulles.....         | 15.25                      | 65.18       | 0,1942                    | 2.48 O    | 49.20            |
| Buarnenez.....           | 16.56                      | 64.56       | 0,1969                    | 6.41 O    | 48. 6            |
| Camp.....                | 15. 7                      | 65.34       | 0,1928                    | 1.57 O    | 49.45            |
| Canville.....            | 15.49                      | 65. 3       | 0,1956                    | 3.57 O    | 48.50            |
| Cendaye.....             | 14.47                      | 60.46       | 0,2188                    | 4. 6 O    | 43.23            |
| Cunfleuer.....           | 15. 2                      | 65.20       | 0,1943                    | 2. 6 O    | 49.25            |
| Hague.....               | 16.31                      | 65.44       | 0,1923                    | 4.16 O    | 49.43            |
| Nouvelle.....            | 12.52                      | 59.41       | 0,2240                    | 0.44 E    | 43. 1            |
| Teste de Buch.....       | 14.47*                     | 61.36*      | 0,2146*                   | 3.29 O    | 44.38            |
| Uderneau.....            | 16.53                      | 65.16       | 0,1942                    | 6.36 O    | 48.27            |
| Conquet.....             | 17.10                      | 65.10       | 0,1956                    | 7. 6 O    | 48.21            |
| Éron (île).....          | 15. 3                      | 62.44       | 0,2083                    | 3.34 O    | 45.58            |
| Estreham.....            | 15.19                      | 65.12       | 0,1949                    | 2.36 O    | 49.17            |
| Balais (Belle-Ile).....  | 16.16                      | 64.19       | 0,2001                    | 5.30 O    | 47.21            |
| Port-Vendres.....        | 12.46                      | 59.12       | 0,2266                    | 0.46 E    | 42.51            |
| Libéron.....             | 16.11                      | 64.26       | 0,1996                    | 5.25 O    | 47.29            |
| Bayan.....               | 14.55                      | 62.31       | 0,2098                    | 3.22 O    | 45.37            |
| Ilins d'Hyères..         | 11.33                      | 59.12       | 0,2259                    | 3.52 E    | 43. 7            |
| Saint-Jean-de-Luz        | 14.43                      | 60.48       | 0,2192                    | 4. 1 O    | 43.23            |
| Saint-Martin-de-Ré..     | 15.13*                     | 63. 0*      | 0,2069*                   | 3.42 O    | 46.12            |
| Saint-Marguerite(île)    | 11.20                      | 59.40       | 0,2243                    | 4.42 E    | 43.31            |
| Saint-Ouville.....       | 15. 3                      | 65.18       | 0,1945                    | 2.16 O    | 49.21            |
| Saint-lefranche-sur-Mer. | 11.12                      | 59.39       | 0,2237                    | 4.59 E    | 43.42            |

**VALEURS ABSOLUES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES**  
**EN ALGÉRIE ET EN TUNISIE, RAMENÉES AU 1<sup>er</sup> JANVIER 1910.**

| LIEUX             | DECLINAISON<br>occidentale | INCLINAISON | COMPOSANTE<br>horizontale | LONGITUDE | LATITUDE<br>nord |
|-------------------|----------------------------|-------------|---------------------------|-----------|------------------|
| <b>ALGÉRIE.</b>   |                            |             |                           |           |                  |
| Aïn-Temouchent.   | 13°.17                     | 52°.34      | 0,2583                    | 3°.28O    | 35°.1            |
| Alger .....       | 12. 3                      | 53. 4       | 0,2549                    | 0.44E     | 36.4             |
| Arzew.....        | 13. 8                      | 53. 0       | 0,2562                    | 2.38O     | 35.3             |
| Batna.....        | 10.49                      | 51. 7       | 0,2622                    | 3.50E     | 35.2             |
| Biskra.....       | 10.58                      | 50.16       | 0,2650                    | 3.23E     | 34.5             |
| Bône.....         | 10.26                      | 52.39       | 0,2574                    | 5.25E     | 36.5             |
| Boudzaréah (ob.). | 11.53                      | 53. 3       | 0,2545                    | 0.42E     | 36.2             |
| Boufarik.....     | 11.59                      | 53.12       | 0,2549                    | 0.34E     | 36.3             |
| Constantine.....  | 10.43                      | 52. 6       | 0,2582                    | 4.17E     | 36.3             |
| Duzerville.....   | 10.22                      | 52.30       | 0,2575                    | 5.24E     | 36.4             |
| Le Kroubs.....    | 10.41                      | 52. 9       | 0,2594                    | 4.22E     | 36.7             |
| Magenta.....      | 13. 1                      | 51.53       | 0,2598                    | 3. 5O     | 34.4             |
| Maison-Carrée...  | 11.58                      | 56.16       | 0,2544                    | 0.47E     | 36.1             |
| Mascara.....      | 12.46                      | 52.16       | 0,2575                    | 2.11O     | 35.3             |
| Méchéria.....     | 12.45                      | 50.19       | 0,2659                    | 2.32O     | 33.3             |
| Médéah.....       | 12. 7                      | 53.31       | 0,2561                    | 0.23E     | 36.3             |
| Ménerville.....   | 11.49                      | 53.11       | 0,2553                    | 1.13E     | 36.3             |
| Oran .....        | 13.16                      | 52.29       | 0,2579                    | 2.57O     | 35.3             |
| Orléansville..... | 12.37                      | 52.53       | 0,2552                    | 1. 0O     | 36.3             |
| Philippeville.... | 10.42                      | 52.31       | 0,2573                    | 4.34E     | 36.3             |
| Saïda.....        | 13. 0                      | 51.54       | 0,2596                    | 2.11O     | 34.3             |
| Sétif.....        | 11. 9                      | 52.12       | 0,2588                    | 3. 3E     | 36.3             |
| Sidi-bel-Abbès... | 13. 3                      | 52.21       | 0,2583                    | 2.58O     | 35.3             |
| Souk-Ahras .....  | 10.14                      | 51.52       | 0,2599                    | 5.37E     | 36.3             |
| <b>TUNISIE.</b>   |                            |             |                           |           |                  |
| Gabès.....        | 9.25                       | 48.38       | 0,2730                    | 7.45E     | 33.3             |
| La Manouba ....   | 9.35                       | 52. 8       | 0,2599                    | 7.44E     | 36.3             |
| Sfax.....         | 9.13                       | 49.32       | 0,2697                    | 8.25E     | 34.3             |
| Souk-el-Arba....  | 9.57                       | 52. 3       | 0,2599                    | 6.26E     | 36.3             |
| Sousse.....       | 9.22                       | 50.53       | 0,2646                    | 8.16E     | 35.3             |
| Tunis.....        | 9.36                       | 52. 7       | 0,2593                    | 7.48E     | 36.3             |



# VALEURS MOYENNES DES ELEMENTS MAGNETIQUES DANS LES OBSERVATOIRES SUIVANTS,

POUR LES ANNEES SPECIFIEES DANS LA SECONDE COLONNE.

| VILLES                   | ANNEE | DÉCLINAISON | INCLINAISON | COMPOSANTE horizontale | LONGITUDE | LATITUDE |
|--------------------------|-------|-------------|-------------|------------------------|-----------|----------|
| Agincourt (Toronto)..... | 1905  | 5.42° O     | 74.35° N    | 0,1642                 | 81.36° O  | 43.47° N |
| Batavia.....             | 1906  | 0.54° E     | 30.48° S    | 0,3671                 | 104.28° E | 6.11° S  |
| Coimbre.....             | 1905  | 17.1° O     | 59.6° N     | 0,2290                 | 10.46° O  | 40.12° N |
| Alibag (Bombay).....     | 1907  | 1.4° E      | 23.15° N    | 0,3686                 | 70.32° E  | 18.39° N |
| Copenhague.....          | 1900  | 10.12° O    | 68.39° N    | 0,1751                 | 10.15° E  | 55.41° N |
| Ekaterinenbourg.....     | 1905  | 10.27° E    | 70.48° N    | 0,1769                 | 58.17° E  | 56.49° N |
| Falmouth.....            | 1908  | 17.55° O    | 66.31° N    | 0,1880                 | 7.25° O   | 50.9° N  |
| Greenwich.....           | 1907  | 16.0° O     | 66.56° N    | 0,1853                 | 2.20° O   | 51.28° N |
| Hong-Kong.....           | 1907  | 0.6° E      | 31.3° N     | 0,3701                 | 111.49° E | 22.18° N |
| Maurice (île).....       | 1907  | 9.14° O     | 53.49° S    | 0,2346                 | 55.13° E  | 20.6° S  |
| Irkoutsk.....            | 1905  | 1.58° E     | 70.25° N    | 0,2001                 | 101.56° E | 52.16° N |
| Kazan.....               | 1897  | 7.55° E     | 68.35° N    | 0,1862                 | 46.47° E  | 55.47° N |
| Kew.....                 | 1908  | 16.17° O    | 67.1° N     | 0,1851                 | 2.39° O   | 51.28° N |
| La Havane.....           | 1905  | 2.58° E     | 52.57° N    | 0,3053                 | 84.45° O  | 23.8° N  |
| Lisbonne.....            | 1900  | 17.18° O    | 57.55° N    | 0,2352                 | 11.30° O  | 38.43° N |

VALEURS MOYENNES DES ÉLÉMENTS MAGNÉTIQUES DANS LES OBSERVATOIRES SUIVANTS,  
POUR LES ANNÉES SPÉCIFIÉES DANS LA SECONDE COLONNE (suite et fin).

| VILLES                 | ANNÉE | DECLINAISON | INCLINAISON | COMPOSANTE<br>horizontale | LONGITUDE | LATITUDE |
|------------------------|-------|-------------|-------------|---------------------------|-----------|----------|
| Manille....            | 1904  | 0.51 E      | 16. 0 N     | 0,3821                    | 118.38 E  | 14.35 N  |
| Melbourne.....         | 1901  | 8.27 E      | 67.25 S     | 0,2331                    | 142.38 E  | 37.50 S  |
| Odessa.....            | 1898  | 4.41 O      | 62.30 N     | 0,2203                    | 28.26 E   | 46.26 N  |
| Pawłowsk.....          | 1905  | 1. 0 E      | 70.36 N     | 0,1654                    | 28. 9 E   | 59.41 N  |
| Pola.....              | 1907  | 8.49 O      | 60. 7 N     | 0,2221                    | 11.31 E   | 44.52 N  |
| Potsdam.....           | 1906  | 9.30 O      | 66.18 N     | 0,1888                    | 10.44 E   | 52.23 N  |
| Prague.....            | 1907  | 8.31 O      | "           | "                         | 12. 5 E   | 50. 5 N  |
| Rio de Janeiro.....    | 1906  | 8.55 O      | 13.57 S     | 0,2477                    | 45.31 O   | 22.55 S  |
| Stonyhurst.....        | 1907  | 17.44 O     | 68.46 N     | 0,1740                    | 4.48 O    | 53.51 N  |
| Tacubaya.....          | 1895  | 7.46 E      | 44.22 N     | 0,3343                    | 101.32 O  | 19.24 N  |
| Tiflis.....            | 1904  | 2.37 E      | 56. 1 N     | 0,2548                    | 42.28 E   | 41.43 N  |
| Tokio.....             | 1901  | 4.36 O      | 49. 0 N     | 0,2995                    | 137.24 E  | 35.41 N  |
| Uccle (Bruxelles)..... | 1907  | 13.43 O     | 66. 2 N     | 0,1905                    | 2. 1 E    | 50.48 N  |
| Wilhelmshaven.....     | 1906  | 12. 5 O     | 67.39 N     | 0,1818                    | 5.49 E    | 53.32 N  |
| Zi-ka-wei.....         | 1905  | 2.30 O      | 45.37 N     | 0,3301                    | 119. 6 E  | 31.12 N  |

# COMPARAISON

## des thermomètres Fahrenheit et centigrade

| Fahrenheit. | Centigr. | Fahrenheit. | Centigr. | Fahrenheit. | Centigr. |
|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| — 40        | — 40,00  | — 4         | — 20,00  | 33          | 0,56     |
| — 39        | — 39,44  | — 3         | — 19,44  | 34          | 1,11     |
| — 38        | — 38,89  | — 2         | — 18,89  | 35          | 1,67     |
| — 37        | — 38,33  | — 1         | — 18,33  | 36          | 2,22     |
| — 36        | — 37,78  | 0           | — 17,78  | 37          | 2,78     |
| — 35        | — 37,22  | 1           | — 17,22  | 38          | 3,33     |
| — 34        | — 36,67  | 2           | — 16,67  | 39          | 3,89     |
| — 33        | — 36,11  | 3           | — 16,11  | 40          | 4,44     |
| — 32        | — 35,56  | 4           | — 15,56  | 41          | 5,00     |
| — 31        | — 35,00  | 5           | — 15,00  | 42          | 5,56     |
| — 30        | — 34,44  | 6           | — 14,44  | 43          | 6,11     |
| — 29        | — 33,89  | 7           | — 13,89  | 44          | 6,67     |
| — 28        | — 33,33  | 8           | — 13,33  | 45          | 7,22     |
| — 27        | — 32,78  | 9           | — 12,78  | 46          | 7,78     |
| — 26        | — 32,22  | 10          | — 12,22  | 47          | 8,33     |
| — 25        | — 31,67  | 11          | — 11,67  | 48          | 8,89     |
| — 24        | — 31,11  | 12          | — 11,11  | 49          | 9,44     |
| — 23        | — 30,56  | 13          | — 10,56  | 50          | 10,00    |
| — 22        | — 30,00  | 14          | — 10,00  | 51          | 10,56    |
| — 21        | — 29,44  | 15          | — 9,44   | 52          | 11,11    |
| — 20        | — 28,89  | 16          | — 8,89   | 53          | 11,67    |
| — 19        | — 28,33  | 17          | — 8,33   | 54          | 12,22    |
| — 18        | — 27,78  | 18          | — 7,78   | 55          | 12,78    |
| — 17        | — 27,22  | 19          | — 7,22   | 56          | 13,33    |
| — 16        | — 26,67  | 20          | — 6,67   | 57          | 13,89    |
| — 15        | — 26,11  | 21          | — 6,11   | 58          | 14,44    |
| — 14        | — 25,56  | 22          | — 5,56   | 59          | 15,00    |
| — 13        | — 25,00  | 23          | — 5,00   | 60          | 15,56    |
| — 12        | — 24,44  | 24          | — 4,44   | 61          | 16,11    |
| — 11        | — 23,89  | 25          | — 3,89   | 62          | 16,67    |
| — 10        | — 23,33  | 26          | — 3,33   | 63          | 17,22    |
| — 9         | — 22,78  | 27          | — 2,78   | 64          | 17,78    |
| — 8         | — 22,22  | 28          | — 2,22   | 65          | 18,33    |
| — 7         | — 21,67  | 29          | — 1,67   | 66          | 18,89    |
| — 6         | — 21,11  | 30          | — 1,11   | 67          | 19,44    |
| — 5         | — 20,56  | 31          | — 0,56   | 68          | 20,00    |
|             |          | 32          | 0,00     | 69          | 20,56    |

## COMPARAISON

des thermomètres Fahrenheit et centigrade (fin)

| Fahr. | Centigr. | Fahr. | Centigr. | Fahr. | Centigr. | Fahr. | Centigr. |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| 70    | 21,11    | 107   | 41,67    | 144   | 62,22    | 181   | 82,78    |
| 71    | 21,67    | 108   | 42,22    | 145   | 62,78    | 182   | 83,33    |
| 72    | 22,22    | 109   | 42,78    | 146   | 63,33    | 183   | 83,89    |
| 73    | 22,78    | 110   | 43,33    | 147   | 63,89    | 184   | 84,44    |
| 74    | 23,33    | 111   | 43,89    | 148   | 64,44    | 185   | 85,00    |
| 75    | 23,89    | 112   | 44,44    | 149   | 65,00    | 186   | 85,56    |
| 76    | 24,44    | 113   | 45,00    | 150   | 65,56    | 187   | 86,11    |
| 77    | 25,00    | 114   | 45,56    | 151   | 66,11    | 188   | 86,67    |
| 78    | 25,56    | 115   | 46,11    | 152   | 66,67    | 189   | 87,22    |
| 79    | 26,11    | 116   | 46,67    | 153   | 67,22    | 190   | 87,78    |
| 80    | 26,67    | 117   | 47,22    | 154   | 67,78    | 191   | 88,33    |
| 81    | 27,22    | 118   | 47,78    | 155   | 68,33    | 192   | 88,89    |
| 82    | 27,78    | 119   | 48,33    | 156   | 68,89    | 193   | 89,44    |
| 83    | 28,33    | 120   | 48,89    | 157   | 69,44    | 194   | 90,00    |
| 84    | 28,89    | 121   | 49,44    | 158   | 70,00    | 195   | 90,56    |
| 85    | 29,44    | 122   | 50,00    | 159   | 70,56    | 196   | 91,11    |
| 86    | 30,00    | 123   | 50,56    | 160   | 71,11    | 197   | 91,67    |
| 87    | 30,56    | 124   | 51,11    | 161   | 71,67    | 198   | 92,22    |
| 88    | 31,11    | 125   | 51,67    | 162   | 72,22    | 199   | 92,78    |
| 89    | 31,67    | 126   | 52,22    | 163   | 72,78    | 200   | 93,33    |
| 90    | 32,22    | 127   | 52,78    | 164   | 73,33    | 201   | 93,89    |
| 91    | 32,78    | 128   | 53,33    | 165   | 73,89    | 202   | 94,44    |
| 92    | 33,33    | 129   | 53,89    | 166   | 74,44    | 203   | 95,00    |
| 93    | 33,89    | 130   | 54,44    | 167   | 75,00    | 204   | 95,56    |
| 94    | 34,44    | 131   | 55,00    | 168   | 75,56    | 205   | 96,11    |
| 95    | 35,00    | 132   | 55,56    | 169   | 76,11    | 206   | 96,67    |
| 96    | 35,56    | 133   | 56,11    | 170   | 76,67    | 207   | 97,22    |
| 97    | 36,11    | 134   | 56,67    | 171   | 77,22    | 208   | 97,78    |
| 98    | 36,67    | 135   | 57,22    | 172   | 77,78    | 209   | 98,33    |
| 99    | 37,22    | 136   | 57,78    | 173   | 78,33    | 210   | 98,89    |
| 100   | 37,78    | 137   | 58,33    | 174   | 78,89    | 211   | 99,44    |
| 101   | 38,33    | 138   | 58,89    | 175   | 79,44    | 212   | 100,00   |
| 102   | 38,89    | 139   | 59,44    | 176   | 80,00    |       |          |
| 103   | 39,44    | 140   | 60,00    | 177   | 80,56    | 200   | 93,33    |
| 104   | 40,00    | 141   | 60,56    | 178   | 81,11    | 300   | 148,89   |
| 105   | 40,56    | 142   | 61,11    | 179   | 81,67    | 400   | 204,44   |
| 106   | 41,11    | 143   | 61,67    | 180   | 82,22    | 500   | 260,00   |

**COMPARAISON****des thermomètres Réaumur et centigrade**

| Réaumur | Centigr. | Réaumur | Centigr. | Centigr. | Réaumur | Centigr. | Réaumur |
|---------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|
| 0       | 0        | 36      | 45,00    | 0        | 0       | 35       | 28,0    |
| 1       | 1,25     | 37      | 46,25    | 1        | 0,8     | 36       | 28,8    |
| 2       | 2,50     | 38      | 47,50    | 2        | 1,6     | 37       | 29,6    |
| 3       | 3,75     | 39      | 48,75    | 3        | 2,4     | 38       | 30,4    |
| 4       | 5,00     | 40      | 50,00    | 4        | 3,2     | 39       | 31,2    |
| 5       | 6,25     | 41      | 51,25    | 5        | 4,0     | 40       | 32,0    |
| 6       | 7,50     | 42      | 52,50    | 6        | 4,8     | 41       | 32,8    |
| 7       | 8,75     | 43      | 53,75    | 7        | 5,6     | 42       | 33,6    |
| 8       | 10,00    | 44      | 55,00    | 8        | 6,4     | 43       | 34,4    |
| 9       | 11,25    | 45      | 56,25    | 9        | 7,2     | 44       | 35,2    |
| 10      | 12,50    | 46      | 57,50    | 10       | 8,0     | 45       | 36,0    |
| 11      | 13,75    | 47      | 58,75    | 11       | 8,8     | 46       | 36,8    |
| 12      | 15,00    | 48      | 60,00    | 12       | 9,6     | 47       | 37,6    |
| 13      | 16,25    | 49      | 61,25    | 13       | 10,4    | 48       | 38,4    |
| 14      | 17,50    | 50      | 62,50    | 14       | 11,2    | 49       | 39,2    |
| 15      | 18,75    | 51      | 63,75    | 15       | 12,0    | 50       | 40,0    |
| 16      | 20,00    | 52      | 65,00    | 16       | 12,8    | 51       | 40,8    |
| 17      | 21,25    | 53      | 66,25    | 17       | 13,6    | 52       | 41,6    |
| 18      | 22,50    | 54      | 67,50    | 18       | 14,4    | 53       | 42,4    |
| 19      | 23,75    | 55      | 68,75    | 19       | 15,2    | 54       | 43,2    |
| 20      | 25,00    | 56      | 70,00    | 20       | 16,0    | 55       | 44,0    |
| 21      | 26,25    | 57      | 71,25    | 21       | 16,8    | 56       | 44,8    |
| 22      | 27,50    | 58      | 72,50    | 22       | 17,6    | 57       | 45,6    |
| 23      | 28,75    | 59      | 73,75    | 23       | 18,4    | 58       | 46,4    |
| 24      | 30,00    | 60      | 75,00    | 24       | 19,2    | 59       | 47,2    |
| 25      | 31,25    |         |          | 25       | 20,0    | 60       | 48,0    |
| 26      | 32,50    | 62      | 77,50    | 26       | 20,8    | 61       | 48,8    |
| 27      | 33,75    | 64      | 80,00    | 27       | 21,6    | 62       | 49,6    |
| 28      | 35,00    | 66      | 82,50    | 28       | 22,4    | 63       | 50,4    |
| 29      | 36,25    | 68      | 85,00    | 29       | 23,2    | 64       | 51,2    |
| 30      | 37,50    | 70      | 87,50    | 30       | 24,0    | 65       | 52,0    |
| 31      | 38,75    | 72      | 90,00    | 31       | 24,8    |          |         |
| 32      | 40,00    | 74      | 92,50    | 32       | 25,6    | 70       | 56,0    |
| 33      | 41,25    | 76      | 95,00    | 33       | 26,4    | 80       | 64,0    |
| 34      | 42,50    | 78      | 97,50    | 34       | 27,2    | 90       | 72,0    |
| 35      | 43,75    | 80      | 100,00   | 35       | 28,0    | 100      | 80,0    |

# RÉDUCTION

## au thermomètre à hydrogène

| THERMOMÈTRE<br>à hydrogène | THERMOMÈTRE A MERCURE  |                      |                               |                         | THERMOMÈTRE           |                                  |
|----------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|
|                            | Verre dur              |                      | Cristal Al.ergniat<br>(Marek) | Verre d'Iéna<br>(Marek) | à azote<br>(Chappuis) | à acide carbonique<br>(Chappuis) |
|                            | Tonnelot<br>(Chappuis) | Alverglat<br>(Marek) |                               |                         |                       |                                  |
| — 20                       | +0,172                 |                      |                               |                         | +0,014                | +0,017                           |
| — 10                       | +0,073                 |                      |                               |                         | +0,007                | +0,032                           |
| 0                          | 0,000                  | 0,000                | 0,000                         | 0,000                   | 0,000                 | 0,000                            |
| + 10                       | —0,052                 | —0,044               | —0,060                        | —0,056                  | —0,006                | —0,025                           |
| 20                         | —0,085                 | —0,073               | —0,100                        | —0,091                  | —0,010                | —0,043                           |
| 30                         | —0,102                 | —0,091               | —0,125                        | —0,109                  | —0,011                | —0,054                           |
| 40                         | —0,107                 | —0,098               | —0,134                        | —0,111                  | —0,011                | —0,059                           |
| 50                         | —0,103                 | —0,096               | —0,132                        | —0,103                  | —0,009                | —0,059                           |
| 60                         | —0,090                 | —0,086               | —0,118                        | —0,086                  | —0,005                | —0,053                           |
| 70                         | —0,072                 | —0,070               | —0,096                        | —0,064                  | —0,001                | —0,044                           |
| 80                         | —0,050                 | —0,050               | —0,068                        | —0,041                  | —0,001                | —0,030                           |
| 90                         | —0,026                 | —0,026               | —0,035                        | —0,018                  | —0,003                | —0,016                           |
| +100                       | 0,000                  | 0,000                | 0,000                         | 0,000                   | 0,000                 | 0,000                            |

Ce Tableau donne la correction qu'il faut apporter aux indications d'un thermomètre à mercure, à azote ou à acide carbonique, pour le réduire au thermomètre à hydrogène.

## RÉDUCTION DES TEMPÉRATURES

**marquées par un thermomètre à mercure à celles  
qu'indiquerait un thermomètre à air**

$T$  = degrés lus sur un thermom. à mercure A construit en verre ou en cristal.  
 $t$  = degrés correspondants du thermom. à air, dans le cas où A est en *cristal*.  
 $t'$  = degrés correspondants du thermom. à air, dans le cas où A est en *verre*.

| T    | $t$    | $t'$   | T    | $t$     | $t'$    |
|------|--------|--------|------|---------|---------|
| 100° | 100°   | 100°   | 230° | 227°,91 | 230°,15 |
| 110  | 109,95 | 110,02 | 240  | 237,55  | 240,10  |
| 120  | 119,88 | 120,05 | 250  | 247,13  | 249,95  |
| 130  | 129,80 | 130,09 | 260  | 256,71  | 259,80  |
| 140  | 139,73 | 140,15 | 270  | 266,27  | 269,63  |
| 150  | 149,60 | 150,20 | 280  | 275,77  | 279,49  |
| 160  | 159,49 | 160,26 | 290  | 285,20  | 289,22  |
| 170  | 169,36 | 170,32 | 300  | 294,61  | 298,95  |
| 180  | 179,21 | 180,37 | 310  | 303,99  | 308,60  |
| 190  | 189,01 | 190,37 | 320  | 313,29  | 318,26  |
| 200  | 198,78 | 200,30 | 330  | 322,51  | 327,74  |
| 210  | 208,51 | 210,25 | 340  | 331,61  | 337,17  |
| 220  | 218,23 | 220,20 | 350  | 340,62  | 346,35  |

## CORRECTION A LA TIGE

Soient  $T$  la température indiquée par le thermomètre;  $N$  le nombre des degrés exprimant la longueur de la colonne mercurielle faisant saillie hors de l'appareil;  $t$  la température de la colonne prise au point  $T - \frac{1}{2}N$ ; il faut ajouter à  $T$  le nombre de degrés suivants :

| N   | $T - t = 20^\circ$ | $50^\circ$ | $80^\circ$ | $100^\circ$ | $120^\circ$ |
|-----|--------------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 20  | 0,06               | 0,15       | 0,25       | 0,31        | 0,37        |
| 40  | 0,12               | 0,31       | 0,50       | 0,62        | 0,74        |
| 60  | 0,18               | 0,46       | 0,74       | 0,92        | 1,11        |
| 80  | 0,25               | 0,62       | 0,99       | 1,23        | 1,48        |
| 100 | 0,31               | 0,77       | 1,23       | 1,54        | 1,85        |
| 120 | 0,37               | 0,92       | 1,48       | 1,85        | 2,26        |
| 140 | 0,43               | 1,08       | 1,72       | 2,16        | 2,59        |
| 160 | 0,49               | 1,23       | 1,97       | 2,46        | 2,96        |
| 180 | 0,56               | 1,39       | 2,22       | 2,77        | 3,33        |
| 200 | 0,62               | 1,54       | 2,46       | 3,08        | 3,70        |

**TEMPÉRATURES DE FUSION ET D'ÉBULLITION**  
**pouvant servir de repères.**

| SUBSTANCES          | FUSION | AUTEURS | SUBSTANCES    | ÉBULLITION | AUTEURS |
|---------------------|--------|---------|---------------|------------|---------|
| Antimoine.....      | 629,5  | (1)     | Acide carbo-  |            |         |
| » .....             | 630,5  | (2)     | nique.....    | — 78,2     | (4)     |
| » .....             | 630    | (3)     | Alcool.....   | + 78,25    | (5)     |
| Argent.....         | 961    | (1)     | Aniline ..... | +184,1     | (1)     |
| » (à l'abri de      |        |         | » .....       | +184,1     | (3)     |
| l'oxygène).....     | 961,5  | (2)     | » .....       | +184,2     | (3)     |
| » .....             | 962    | (3)     | Azote.....    | —195,7     | (6)     |
| Bismuth.....        | 269,2  | (1)     | » .....       | —195,6     | (7)     |
| » .....             | 267    | (3)     | » .....       | —195,5     | (8)     |
| Cadmium .....       | 320,7  | (1)     | Hydrogène ..  | —252,5     | (9)     |
| » .....             | 321    | (3)     | » ..          | —252,6     | (10)    |
| Cuivre (dans l'air) | 1065   | (2)     | Mercure.....  | +357,25    | (11)    |
| Cuivre pur ...      | 1082   | (1)     | » .....       | +357,0     | (12)    |
| » .....             | 1084   | (2)     | » .....       | +356,7     | (1)     |
| Étain .....         | 231,9  | (1)     | » .....       | +357,0     | (3)     |
| » .....             | 232    | (3)     | Naphtaline .. | +218,0     | (1)     |
| Mercure.....        | —38,8  | (4)     | » ..          | +218,0     | (3)     |
| Or.....             | 1061   | (1)     | » ..          | +218,1     | (12)    |
| » .....             | 1064   | (2)     | Oxygène ....  | —182,5     | (9)     |
| » .....             | 1064   | (3)     | » .....       | —182,7     | (13)    |
| Plomb .....         | 327,7  | (1)     | » .....       | —182,9     | (10)    |
| » .....             | 327    | (2)     | Soufre.....   | +444,5     | (1)     |
| » .....             | 327    | (3)     | » .....       | +444,7     | (4)     |
| Zinc.....           | 419,0  | (1)     | » .....       | 445,2      | (14)    |
| » .....             | 419    | (2)     | Zinc.....     | +916       | (1)     |
| » .....             | 419    | (3)     | » .....       | +918       | (3)     |

(1) Challendar. (2) Holborn et Day. (3) D. Berthelot. (4) Chappuis.  
(5) Ramsay et Young. (6) Fischer et Alt. (7) Olszewski. (8) Baly.  
(9) Dewar. (10) Travers et Jaquerod. (11) Regnault. (12) Crafts.  
(13) Holborn. (14) Chappuis et Harker.



## POINTS DE FUSION ET D'ÉBULLITION

| NOMS DES SUBSTANCES               | TEMPÉRATURE (1)  |                     |
|-----------------------------------|------------------|---------------------|
|                                   | de fusion        | d'ébullition<br>(2) |
| Acide acétique concentré.....     | 16,5             | 118,5               |
| — azotique anhydre.....           | 29,5             | 50                  |
| — azotique monohydraté.....       | -47              | 86                  |
| — azotique quadrihydraté.....     |                  | 123                 |
| — benzoïque.....                  | 120              | 240*                |
| — butyrique.....                  | <- 9             | 157                 |
| — chlorhydrique anhydre.....      |                  | - 35                |
| — chlorhydrique, p. sp., 1,10.... |                  | 110                 |
| — chlorique.....                  |                  | 137,5               |
| — cyanhydrique.....               | -13,8            | 26,2                |
| — fluorhydrique.....              | <-40             | 30                  |
| — formique.....                   | 8,2              | 105,3               |
| — hypoazotique.....               | - 9              | 21,6                |
| — hypochloreux.....               |                  | 20                  |
| — iodhydrique (dissolution)...    |                  | 128                 |
| — margarique.....                 | 60               |                     |
| — nitrobenzoïque.....             | 47               | 300                 |
| — perchlorique concentré.....     |                  | 200                 |
| — periodique.....                 | 130              |                     |
| — stéarique.....                  | 70               |                     |
| — succinique.....                 | 185              | 245                 |
| — sulfhydrique.....               | -85*             | - 62                |
| — sulfocyanhydrique.....          | -12              | 102,5               |
| — sulfureux.....                  | -78,9            | - 10                |
| — sulfurique monohydraté....      | -34              | 326                 |
| — sulfurique bihydraté.....       | 7*               |                     |
| Acier.....                        | 1400°<br>à 1500° |                     |
| Air atmosphérique.....            |                  | -191,4*             |

(1) Un astérisque indique un nombre qui ne doit être considéré que comme une valeur approchée; le signe < indique une température inférieure et le signe > une température supérieure à celle qui est inscrite à côté du signe.

(2) Ébullition sous une pression voisine de la pression normale.

## POINTS DE FUSION ET D'ÉBULLITION (suite)

| NOMS DES SUBSTANCES   | TEMPÉRATURE     |              |
|---|-----------------|--------------|
|   | de fusion       | d'ébullition |
| Alcool absolu.....  | $< -90^{\circ}$ | 78,3         |
| — 1 p. et 1 p. d'eau.....   | — 21            |              |
| Alcool { huile de pommes de<br>amylique { terre.                  | — 23            | 131,8        |
| Alcool méthylique (esp. de bois) ..                               |                 | 66,3         |
| Aldéhyde .....  |                 | 20,8         |
| Alliage 3 éq. de plomb 1 d'étain...                               | 289             |              |
| — 1 1 .....   | 241             |              |
| — 1 2 .....   | 196             |              |
| — 1 3 .....   | 186             |              |
| — 1 4 .....   | 189             |              |
| — 1 5 .....   | 194             |              |
| — 2 9 .....   |                 |              |
| et 1 de zinc....  | 168             |              |
| — 5 <sup>e</sup> plomb, 3 étain, 8 bis-<br>muth (mét. de Darcet). | 94              |              |
| Aluminium.....  | 625*            |              |
| Ammoniaque anhydre.....   | — 80*           | — 33,7       |
| Arsenic .....   | 210             |              |
| Azote .....   | — 203           | — 195,6      |
| Azote (protoxyde d') .....  | — 99            | — 88         |
| Azotate d'argent .....  | 218             |              |
| Baume de copahu .....   |                 | 212          |
| Benzine.....  | 4,5             | 80,4         |
| Beurre. ....  | 30              |              |
| Brome.....  | — 7,3           | 59,3         |
| Bromure ( proto ) de phosphore..                                  |                 | 173,3        |
| Bromure de silicium.....  |                 | 153,4        |
| — d'argent.....   | 427             |              |
| Bronze à 20 pour 100 d'étain.....                                 | 800*            |              |
| Cadmium. ....   | 320,7           | 770          |
| Camphre de Bornéo.....  | 195             | 215          |
| — du Japon .....  | 175             | 205          |
| Caoutchouc.....   | $> 120$         |              |
| Carbonate de potasse (dissol. sat.)                               |                 | 135          |

## POINTS DE FUSION ET D'ÉBULLITION (suite)

| NOMS DES SUBSTANCES                   | TEMPÉRATURE |              |
|---------------------------------------|-------------|--------------|
|                                       | de fusion   | d'ébullition |
| Carbonate de soude (dissol. sat.).    |             | 104°,6       |
| Chlorhydrate d'ammoniaque. (ld.)      |             | 114,2        |
| Chlorate de potasse .....             | 359         |              |
| Chlore liquide .....                  | — 75        | — 33         |
| Chlorure d'arsenic .....              | < 29        | 132          |
| — de baryum (dissol. saturée).        |             | 104,4        |
| — de calcium. ld.                     |             | 179,5        |
| — de cyanogène (gazeux)....           | — 16        | — 12         |
| — — (solide).....                     | 140         | 190          |
| — d'huile (liq. des Holland.).        |             | 84,9         |
| — (bi) d'étain (liq. de Libavius)     |             | 114          |
| — d'iode.....                         | 24          | 101,5        |
| — (proto) de phosphore.....           | < — 36      | 76           |
| — (per) de phosphore.....             | 148         | 148          |
| — de potassium (dissolut. du)         |             |              |
| p. sp. 1,048 à 18°, 8                 |             | 102,0        |
| 1,096.....                            |             | 104,0        |
| 1,144.....                            |             | 106,0        |
| 1,192.....                            |             | 108,1        |
| — de silicium. ....                   |             | 57           |
| — de sodium (dissol. saturée).        |             | 108,4        |
| — de soufre (Cl S <sup>2</sup> )..... |             | 138          |
| — (Cl S).....                         |             | 64           |
| Chlorure (bi) de titane .....         | — 25        | 136          |
| — de zinc.....                        | 250*        | 680          |
| — d'argent.....                       | 451         |              |
| Cire jaune.....                       | 76,2        |              |
| — blanche.....                        | 68,7        |              |
| Colophane.....                        | 135         |              |
| Créosote.....                         |             | 203          |
| Cuivre jaune.....                     | 940*        |              |
| Cyanogène.....                        | — 34        | — 20,7       |
| Eau oxygénée.....                     | < — 30      |              |
| — de mer.....                         | — 2,5       | 103,7        |

## POINTS DE FUSION ET D'ÉBULLITION (suite)

| NOMS DES SUBSTANCES            | TEMPÉRATURE |              |
|--------------------------------|-------------|--------------|
|                                | de fusion   | d'ébullition |
| Essence d'amandes amères.....  | °           | 176°         |
| — d'anis.....                  | 18          | 220*         |
| — de citron.....               |             | 167          |
| — de moutarde.....             |             | 145          |
| — de térébenthine.....         | —10         | 156,8        |
| Éther sulfurique.....          | <—32        | 35           |
| — acétique.....                | <—36        | 75           |
| — benzoïque.....               |             | 209          |
| — bromhydrique.....            | <—32        | 39           |
| — butyrique.....               |             | 115          |
| — chlorhydrique.....           | <—32        | 12,5         |
| — formique.....                | <—32        | 55,7         |
| — iodhydrique.....             | <—32        | 70           |
| — oxalique.....                |             | 183          |
| Ethylène (gaz oléfiant).....   |             | —103*        |
| Fer doux français.....         | 1500*       |              |
| Fonte de fer blanche.....      | 1130        |              |
| — grise.....                   | 1220        |              |
| Formène (gaz des marais).....  |             | —164         |
| Gallium.....                   | 30          |              |
| Glycol.....                    | 11,5        | 197,5        |
| Graisse de mouton.....         | 51          |              |
| Huile de lin.....              | — 20        | 387,5        |
| Huile d'olive.....             | 2,5         |              |
| — de palme.....                | 20          |              |
| — de ricin.....                | — 18        | 265*         |
| Iode.....                      | 113         | 176          |
| Iodure d'argent.....           | 527         |              |
| Lithium.....                   | 180         |              |
| Naphtaline.....                | 79          | 218          |
| Nitrobenzine.....              | 3           | 213          |
| Or au titre de la Monnaie..... | 1030*       |              |
| Palladium.....                 | 1500*       |              |
| Paraffine.....                 | 43,7        | 370*         |

## POINTS DE FUSION ET D'ÉBULLITION (suite)

| NOMS DES SUBSTANCES                      | TEMPÉRATURE |              |
|--|-------------|--------------|
|  | de fusion   | d'ébullition |
| Pétrole.....                             |             | 106°         |
| Phosphore.....                           | 44,2        | 287          |
| Platine.....                             | 1775        |              |
| Plomb.....                               | 327         |              |
| Potassium.....                           | 62,5        | 720*         |
| Potasse caustique (dissol. saturée)..... |             | 175          |
| Sélénium.....                            | 217         | 665          |
| Sodium.....                              | 95,6        | 900*         |
| Soufre.....                              | 113,6       | 444,7        |
| Spermaceti.....                          | 49          |              |
| Stéarine.....                            | 61          |              |
| Succin.....                              | 288         |              |
| Sucre de canne.....                      | 160         |              |
| — de raisin.....                         | 100         |              |
| Suif.....                                | 33          |              |
| Sulfure de carbone.....                  |             | 46,2         |
| Tellure.....                             | 525*        |              |
| Urée.....                                | 120         |              |

**ÉVALUATION DES TEMPÉRATURES ÉLEVÉES**  
**suivant M. Pouillet (1)**

| COULEUR<br>du platine | TEMPÉ-<br>RATURE<br>corres-<br>pondante | COULEUR<br>du platine | TEMPÉ-<br>RATURE<br>corres-<br>pondante |
|-----------------------|---|-----------------------|---|
| Rouge naissant...     | 525°                                    | Orangé foncé....      | 1100°                                   |
| Rouge sombre....      | 700                                     | Orangé clair. ....    | 1200                                    |
| Cerise naissant...    | 800                                     | Blanc.....            | 1300                                    |
| Cerise.....           | 900                                     | Blanc soudant....     | 1400                                    |
| Cerise clair.....     | 1000                                    | Blanc éblouissant     | 1500                                    |

(1) L'appréciation des couleurs laisse une incertitude qui peut atteindre 150° à 200°.

**DILATATION LINÉAIRE DES SOLIDES**  
pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés

| NOMS DES SUBSTANCES                               | DILATAT.      | AUTEURS               |
|---|---------------|-----------------------|
|   | (*)<br>0,0000 |                       |
|   | 10750         | Ellicot.              |
|   | 10791         | Laplace et Lavoisier. |
| Acier .....                                       | 11040         | Berthoud.             |
|   | 11301         | Struve.               |
|   | 11899         | Troughton.            |
| Acier { poule .....                               | 11500         | Smeaton.              |
| { de la Styrie.....                               | 11520         | Horner.               |
| { de Schalhouse.....                              | 11120         | <i>Id.</i>            |
| { huntsman.....                                   | 10740         | <i>Id.</i>            |
| Acier trempé.....                                 | 12250         | Smeaton.              |
|   | 13750         | Berthoud.             |
| Acier recuit.. { à 37°, 5.....                    | 13690         | Laplace et Lavoisier. |
| { à 81°, 2.....                                   | 12396         | <i>Id.</i>            |
| Alliage { Zinc 8 p., étain 1 p.<br>{ (forgé)..... | 26917         | Smeaton.              |
| { Flomb 2, étain 1<br>{ (soudure blanc.).         | 25053         | <i>Id.</i>            |
| { De miroir de té-<br>{ lescope. ....             | 19333         | <i>Id.</i>            |
| { Des caractèr. d'im-<br>{ primerie .....         | 20352         | Daniell.              |
| Aluminium.....                                    | 22239         | Winnerl.              |
| Antimoine.....                                    | 10833         | Smeaton.              |
|   | 19512         | Daniell.              |
| Argent.....                                       | 19780         | Ellicot.              |
|   | 20826         | Troughton.            |
| Argent { de coupelle.....                         | 19097         | Laplace et Lavoisier. |
| { au titre de Paris....                           | 19087         | <i>Id.</i>            |

(\*) Mettez 0,0000 avant chaque nombre decimal de la colonne : ainsi, pour l'acier, prenez 0,000010750.

## DILATATION LINÉAIRE DES SOLIDES

pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés

| NOMS DES SUBSTANCES                              | DILATAT. | AUTEURS               |
|--|----------|-----------------------|
|  | 0,0000   |                       |
| Bismuth.....                                     | 13917    | Smeaton.              |
| Bois de sapin.....                               | 03520    | Struve.               |
|  | 04959    | Kater.                |
| Briques { ordinaires.....                        | 05502    | Adie.                 |
| { dures.....                                     | 04928    | <i>Id.</i>            |
| Bronze.....                                      | 18492    | Daniell.              |
| Bronze { Cuivre jaune 16 p.,                     |          |                       |
| étain 1 p.....                                   | 19083    | Smeaton.              |
| Bronze { Cuivre rouge 8 p.,                      |          |                       |
| étain 1 p.....                                   | 18167    | <i>Id.</i>            |
| Cadmium, d'après sa dilata-<br>tion cubique..... | 31300    | H. Kopp.              |
| Charbon de bois { de sapin...                    | 10000    | Heinrich.             |
| { de chêne ..                                    | 12000    | <i>Id.</i>            |
| Ciment romain.....                               | 14349    | Adie.                 |
| Cuivrejaune.....                                 | 18230    | Ellicot.              |
| Cuivre jaune.....                                | 17840    | Borda.                |
| fondu.....                                       | 18750    | Smeaton.              |
| anglais en barre....                             | 18930    | Roy.                  |
| du Tyrol, en planche.                            | 19030    | Horner.               |
| Cuivre { en fil.....                             | 18850    | Herbert.              |
| jaune { laiton.....                              | 18782    | Laplace et Lavoisier. |
| laiton en fil.....                               | 19333    | Smeaton.              |
| cuivre 2 p., zinc 1.                             | 20583    | <i>Id.</i>            |
| cuivre 3 p., zinc 1 p.                           | 21444    | Daniell.              |
| Cuivre rouge.....                                | 17173    | Laplace et Lavoisier. |
|  | 17100    | Ellicot.              |
|  | 17182    | Dulong et Petit.      |
| Cuivre rouge { entre 0 et 300                    |          |                       |
| degrés.....                                      | 18832    | <i>Id.</i>            |
| forgé.....                                       | 17000    | Smeaton.              |
| Ébonite.....                                     | 77       |                       |
| Étain fin.....                                   | 22833    | <i>Id.</i>            |

# **DILATATION LINÉAIRE DES SOLIDES** pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés

| NOMS DES SUBSTANCES           | DILATAT. | AUTEURS               |
|-------------------------------|----------|-----------------------|
|                               | 0,0000   |                       |
| Etain { de Falmouth.....      | 21730    | Laplace et Lavoisier. |
| { des Indes.....              | 19376    | <i>Id.</i>            |
|                               | 11560    | Borda.                |
| Fer.....                      | 11680    | Horner                |
|                               | 11808    | Daniell.              |
|                               | 11821    | Dulong et Petit.      |
| Fer { entre 0 et 300 degrés.. | 14684    | <i>Id.</i>            |
| { doux forgé.....             | 12205    | Laplace et Lavoisier  |
| { rond passé à la filière.    | 12350    | <i>Id.</i>            |
| { fil de....                  | 14401    | Froughton.            |
|                               | 09850    | Navier.               |
| Fonte de fer.....             | 10716    | Daniell.              |
|                               | 11100    | Roy.                  |
|                               | 11245    | Adie.                 |
| Glace { entre — 27°,5 et      | 51270    | Pohrt.                |
| { — 1°,25.....                | 51813    | Moritz.               |
|                               | 52356    | Schumacher.           |
| Granit.....                   | 08685    | Bartlett.             |
| Granit { rouge de Peterhead.  | 08968    | Adie.                 |
| { gris d'Aberdeen....         | 07894    | <i>Id.</i>            |
| Marbre blanc de Carrare....   | 08487    | Destigny.             |
| Marbre noir { de Galway..     | 04452    | Dunn et Sang.         |
| { de Saint-Béat.              | 04181    | Destigny.             |
| { de Solst.....               | 05685    | Ellicot               |
| Or.....                       | 14010    | <i>Id.</i>            |
| Or { de départ.....           | 14661    | Laplace et Lavoisier. |
| { recuit... ..                | 15136    | <i>Id.</i>            |
| { non recuit.....             | 15515    | <i>Id.</i>            |
| Palladium.....                | 10000    | Wollaston.            |
| Phosphore.. ..                | 14245    | Ermann.               |



# DILATATION LINÉAIRE DES SOLIDES

pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés

| NOMS DES SUBSTANCES                 | DILATAT. | AUTEURS               |
|-------------------------------------|----------|-----------------------|
|                                     | 0,0000   |                       |
| Pierre à bâtir { de Vernon-s-Seine. | 0,4303   | Destigny              |
| { de Saint-Leu.....                 | 0,6489   | <i>Id.</i>            |
| { de Caithness.....                 | 0,8947   | Adie.                 |
| { de Arbroath.....                  | 0,8985   | <i>Id.</i>            |
| Pierre calcaire { blanche.....      | 0,2510   | Vicat.                |
| { verte, de Ratho...                | 0,8089   | Adie.                 |
| Pierre { de Penrhyn .....           | 1,0376   | <i>Id.</i>            |
| { grès de Liver-Roch.               | 1,1743   | <i>Id.</i>            |
| Platine.....                        | 0,8565   | Borda.                |
| Platine entre 0 et 300 degrés.      | 0,8842   | Dulong et Petit.      |
|                                     | 0,9183   | <i>Id.</i>            |
| Plomb.....                          | 2,8484   | Laplace et Lavoisier. |
|                                     | 2,8667   | Smeaton.              |
|                                     | 2,8820   | Ellicot.              |
|                                     | 2,7856   | Daniell.              |
| Terre cuite. ....                   | 0,4573   | Adie.                 |
| { Tubes.....                        | 0,7755   | Roy.                  |
| { Verge pleine.....                 | 0,8083   | <i>Id.</i>            |
| { Tubes (moyenne)...                | 0,9170   | Horner.               |
| { Verges pleines (moy.)             | 0,9220   | <i>Id.</i>            |
| Verre blanc. { Tubes (moyenne)...   | 0,8969   | Laplace et Lavoisier. |
| { Règle de .....                    | 0,8613   | Dulong et Petit.      |
| { Entre 0 et 200 degrés             | 0,9225   | <i>Id.</i>            |
| { Entre 0 et 300 degrés             | 1,0108   | <i>Id.</i>            |
| { Glaces de St-Gobain.              | 0,8909   | Laplace et Lavoisier. |
| { Flint anglais.....                | 0,8167   | <i>Id.</i>            |
| { Flint français.....               | 0,8720   | <i>Id.</i>            |
| Zinc fondu.....                     | 2,9417   | Smeaton.              |
|                                     | 2,9680   | Horner.               |
| Zinc. { Allongé au marteau          |          |                       |
| { de $\frac{1}{13}$ .....           | 3,1083   | Smeaton.              |
| { Règle de.....                     | 3,4066   | Struve.               |

**DILATATION CUBIQUE DU VERRE**  
pour 1 degré dans l'intervalle de zéro à 100 degrés

| NOMS DES SUBSTANCES           |   | DILATAT. | AUTEURS          |
|-------------------------------|---|----------|------------------|
|                               |   | 0,0000   |                  |
| Verre blanc                   | base de soude.....  | 25839    | Dulong et Petit. |
|                               |   | 25800    | Despretz.        |
|                               | base de potasse.....  | 22850    | Rudberg.         |
|                               | base de soude et pot.<br>de Wurtzbourg (moy)                                | 25470    | Magnus.          |
|                               | en tube.....  | 26744    | Muncke.          |
| Verre blanc                   | le même soufflé en<br>boule, 1 <sup>o</sup> de 46 mil-<br>lim. de diam..... | 26480    | Regnault.        |
|                               | 2 <sup>o</sup> de 33 millim. de<br>diamètre.....                            | 25920    | <i>Id.</i>       |
|                               | en tube.....  | 25140    | <i>Id.</i>       |
| Verre vert                    | le même soufflé en<br>boule de 36 millim.<br>de diam....                    | 22990    | <i>Id.</i>       |
|                               | en tube.....  | 21320    | <i>Id.</i>       |
|                               |   | 23630    | <i>Id.</i>       |
| Verre de Suède                | le même soufflé en<br>boule de 34 mil-<br>lim. de diamètre.                 | 24410    | <i>Id.</i>       |
|                               | français, en tube.  | 21420    | <i>Id.</i>       |
| Verre infusible               | le même soufflé en<br>boule de 32 mil-<br>lim. de diamètre.                 | 22420    | <i>Id.</i>       |
|                               |   | 24310    | <i>Id.</i>       |
| Verre ordinaire.....          |   | à 27580  | <i>Id.</i>       |
| Cristal ordinaire             | en tube.....  | 21010    | <i>Id.</i>       |
|                               | le même soufflé en<br>boule de 39 mil-<br>lim. de diamètre.                 | 23300    | <i>Id.</i>       |
|                               |   | 21440    | <i>Id.</i>       |
| Cristal de Choisy-le-Roi..... |   | à 24420  | <i>Id.</i>       |
|                               |   | 19026    | Isidore Pierre.  |
|                               |   | à 26025  | <i>Id.</i>       |

**DILATATION CUBIQUE DU VERRE**

SUIVANT M. REGNAULT

| NOM DU VERRE              | INTERVALLE | DILATATION<br>moyenne<br>pour 1 degré |
|---------------------------|------------|---------------------------------------|
| Cristal de Choisy-le-Roi. | de 0 à 50° | 0,0000227                             |
|                           | 0 100      | 0,0000228                             |
|                           | 0 150      | 0,0000230                             |
|                           | 0 200      | 0,0000231                             |
|                           | 0 250      | 0,0000232                             |
|                           | 0 300      | 0,0000233                             |
|                           | 0 350      | 0,0000234                             |
| Verre ordinaire.....      | de 0 à 50  | 0,00002687                            |
|                           | 0 100      | 0,00002761                            |
|                           | 0 150      | 0,00002835                            |
|                           | 0 200      | 0,00002908                            |
|                           | 0 250      | 0,00002982                            |
|                           | 0 300      | 0,00003056                            |
|                           | 0 350      | 0,00003131                            |

**DILATATION DES GAZ**

sous une pression constante et voisine de la pression normale,

SUIVANT M. REGNAULT

| NOMS DES GAZ           | DILATATION MOYENNE<br>pour<br>1 deg. entre 0 et<br>100 degrés |
|------------------------|---|
| Acide carbonique.....  | 0,003710  |
| Acide sulfureux.....   | 0,003903  |
| Air atmosphérique..... | 0,003670  |
| Azote.....             | 0,003670  |
| Cyanogène.....         | 0,003877  |
| Hydrogène.....         | 0,003661  |
| Oxyde de carbone.....  | 0,003669  |
| Protoxyde d'azote..... | 0,003719  |

## DILATATIONS DES MÉTAUX

et de divers autres corps solides,

D'APRÈS M. H. FIZEAU

(Voir plus loin la note explicative)

| DÉSIGNATION<br>DES SUBSTANCES                       | COEFFICIENT<br>de dilatation linéaire<br>$\alpha_{\theta=40^{\circ}}$ | VARIATION<br>du coefficient pour 1°<br>$\frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$ | ALLONGEMENT<br>de l'unité de longueur<br>calculée de 0° à 100°<br>$100 \left( \alpha_{\theta=40^{\circ}} + 10 \frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta} \right)$ |
|---|---|--|--|
|   | 0,000   |  | 0,00   |
| Acier fondu (anglais), re-<br>cuit. ....            | 01095   | 1,52*  | 1110   |
| Acier fondu { recuit ....                           | 01101   | 1,24*  | 1113   |
| (français) { trempé ...                             | 01322   | 3,99   | 1362   |
| Aluminium (fondu).....                              | 02313   | 2,29*  | 2336   |
| Antimoine cris- { $\alpha$ .....                    | 01692   | -0,94  | 1683   |
| tallisé (rhomb. { $\alpha'$ .....                   | 00882   | 1,34   | 0895   |
| de 117° 8').... { dil. moy.                         |   |  |  |
| calculée  | 01152   | 0,58   | 1158   |
| Anthracite (de Pensylvanie)                         | 02078   | -8,15  | 1996   |
| Argent (fondu).....                                 | 01921   | 1,47*  | 1936   |
| Arsenic (sublimé, en cris-<br>taux confus).....     | 00559   | 4,32   | 0602   |
| Bismuth cristal- { $\alpha$ .....                   | 01621   | 2,09   | 1642   |
| lisé (rhomboè- { $\alpha'$ .....                    | 01208   | 3,11   | 1239   |
| dre de 87° 40') { dil. moy.                         |   |  |  |
| calculée  | 01346   | 2,77   | 1374   |
| Bromure d'argent (fondu).                           | 03469   | 3,83*  | 3507   |
| Bronze (cuivre = 86,3;<br>étain = 9,7; zinc = 4,0). | 01782   | 2,04*  | 1802   |

## DILATATION DES MÉTAUX

et de divers autres corps solides (suite).

| DÉSIGNATION<br>DES SUBSTANCES   | COEFFICIENT<br>de dilatation linéaire<br>$\alpha_{\theta=40^{\circ}}$ | VARIATION<br>du coefficient pour 1°<br>$\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$ | ALLONGEMENT<br>de l'unité de longueur<br>calculée de 0° à 100°<br>$100 \left( \alpha_{\theta=40^{\circ}} + 10 \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} \right)$ |
|---|---|--|--|
|   | 0,000   |  | 0,00   |
| Cadmium distillé (poudre comprimée) . . . . .                                 | 03069   | 3,26   | 3102   |
| Carbone (diamant) . . . . .   | 00118   | 1,44*  | 0132   |
| Charbon métallique (des cornues à gaz) . . . . .                              | 00540   | 1,10*  | 0551   |
| Cobalt réduit par l'hydrogène et comprimé . . . . .                           | 01236   | 0,80   | 1244   |
| Cuivre jaune (cuivre = 71,5; zinc = 27,7; étain = 0,3; plomb = 0,5) . . . . . | 01859   | 1,96*  | 1879   |
| Cuivre rouge { natif (du lac Supérieur).<br>des arts. . . . .                 | 01690   | 1,83*  | 1708   |
|   | 01678   | 2,05*  | 1698   |
| Étain de Malacca (poudre comprimée) . . . . .                                 | 02234   | 3,51   | 2269   |
| Fer { doux, des arts. . . . .<br>réduit par l'hydrogène et comprimé           | 01210   | 1,85*  | 1228   |
|   | 01188   | 2,05   | 1208   |
| Fer météorique (de Caille) . . . . .  | 01095   | 1,75*  | 1113   |
| Fonte de fer (grise) . . . . .  | 01061   | 1,37   | 1075   |
| Glace (de Saint-Gobain) . . . . .   | 00777   | 1,58*  | 0703   |
| Graphite (de Batongol) . . . . .  | 00786   | 1,01*  | 0796   |
| Houille (de Charleroi) . . . . .  | 02782   | 2,95   | 2811   |
| Indium (fondu) . . . . .  | 04170   | 42,38  | 4594   |

# DILATATION DES MÉTAUX

## et de divers autres corps solides (suite)

| DÉSIGNATION<br>DES SUBSTANCES | COEFFICIENT<br>de dilatation linéaire<br>$\alpha_{\theta=40^{\circ}}$ | VARIATION<br>du coefficient pour 1°<br>$\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$ | ALLONGEMENT<br>de l'unité de longueur<br>calculée de 0° à 100°<br>$100\left(\alpha_{\theta=40^{\circ}} + 10\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)$ |
|-------------------------------|---|--|--|
|                               | 0,000   |  | 0,00   |
| Iodure d'ar- { (fondu). ....  | —00139  | —1,40*   | —0153  |
| gent. .... { (poudre com-     |   |  |  |
| primée). ....                 | —00137  | —1,60*   | —0153  |
| Iodure de cadmium (fondu)     | 02916   | 17,47  | 3091   |
| Iodure de mercure (fondu)     | 02388   | 19,96  | 2588   |
| Iodure de plomb (fondu)..     | 03360   | 5,84   | 3418   |
| Iridium (fondu).....          | 00683   | 0,94*  | 0693   |
| Magnésium (fondu). ....       | 02694   | 6,84*  | 2762   |
| Nickel réduit par l'hydro-    |   |  |  |
| gène et comprimé.....         | 01279   | 0,71   | 1286   |
| Obsidienne (transparente).    | 00484   | 1,14*  | 0495   |
| Or (fondu).....               | 01443   | 0,83*  | 1451   |
| Osmium (demi-fondu). .        | 00657   | 2,18   | 0679   |
| Palladium (forgé, recuit).    | 01176   | 1,32*  | 1189   |
| Paraffine (de Rangoon), fu-   |   |  |  |
| sible vers 56 degrés.....     | 27854   | 99,26  | "  |
| Platine (fondu).....          | 00905   | 1,06*  | 0916   |
| Platine-iridium (fondu,       |   |  |  |
| 1r. = 0,08), métal du tré-    |   |  |  |
| pied à vis employé pour       |   |  |  |
| la mesure des dilatations.    | 00882   | 0,76*  | 0890   |
| Plomb (fondu). ....           | 02924   | 2,39*  | 2948   |
| Rhodium (demi-fondu)..        | 00850   | 0,81*  | 0858   |
| Ruthénium { (demi-fondu)      | 00963   | 2,81   | 0991   |
| { (poudr. compr.)             | 00767   | 0,90   | 0776   |

## DILATATION DES MÉTAUX

et de divers autres corps solides (suite et fin)

| DÉSIGNATION<br>DES SUBSTANCES  | COEFFICIENT<br>de dilatation linéaire<br>$\alpha_0 =_{40}^{\circ}$ | VARIATION<br>du coefficient pour 1°<br>$\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$ | ALLONGEMENT<br>de l'unité de longueur<br>calculée de 0° à 100°<br>$100 \left( \alpha_0 =_{40}^{\circ} + 10 \frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta} \right)$ |
|--|--|--|---|
| Sélénium (fondu).....  | 0,000  |  | 0,00  |
| Silicium (cristallin).....   | 03680  | 11,15  | 3792  |
| Soufre (de Sicile). Dilata-<br>tion moyenne suivant l'an-<br>gle 54°44' avec les trois<br>axes du cristal..... | 00276  | 1,46   | 0291  |
| Tellure (fondu).....   | 06413  | 33,48  | 6748  |
| Thallium (fondu).....  | 01675  | 5,75   | 1732  |
| Zinc distillé (poudre com-<br>primée).....   | 04170  | 42,38  | 4594  |
|  | 02818  | -1,27  | 2905  |

*Remarque.* — M. Ed. Guillaume a réalisé un alliage acier-nickel à 36 pour 100 de nickel, qui porte le nom de métal *Invar*, et qui a la précieuse propriété de se dilater dix-sept fois moins que l'acier. On l'emploie dans la construction de règles géodésiques, de pendules et de chronomètres.

Le quartz fondu a la même dilatation que le métal *Invar*. Il se prête à la construction de tubes et d'autres instruments qui ne cassent pas quand la température varie brusquement.

**DILATATIONS**  
**de divers corps cristallisés,**  
**D'APRÈS M. H. FIZEAU**  
*(Voir plus loin la note explicative.)*

| NOMS DES SUBSTANCES                   | COEFFICIENT<br>de<br>dilatation<br>linéaire<br>$\alpha_{\theta=40^{\circ}}$ | VARIATION<br>du<br>coefficient<br>$\frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$ |
|---------------------------------------|---|---|
| Étain oxydé (Cassitérite)..           | $\alpha \dots 0,00000392$   | 1,19  |
|                                       | $\alpha' \dots 0,00000321$  | 0,76  |
| Acide titanique (Rutile)..            | $\alpha \dots 0,00000919$   | 2,25  |
|                                       | $\alpha' \dots 0,00000714$  | 1,10  |
| Acide titanique (Anatase)..           | $\alpha \dots 0,00000819$   | 3,11  |
|                                       | $\alpha' \dots 0,00000468$  | 2,95  |
| Diamant. ....                         | $0,00000118$  | 1,44  |
| Quartz (Cristal de roche)..           | $\alpha \dots 0,00000781$   | 2,05  |
|                                       | $\alpha' \dots 0,00001419$  | 2,38  |
| Corindon (Alumine).....               | $\alpha \dots 0,00000619$   | 2,05  |
|                                       | $\alpha' \dots 0,00000543$  | 2,25  |
| Acide antimonieux (Senarmontite).     | $0,00001963$  | 0,57  |
| Acide arsénieux (octaédrique)....     | $0,00004126$  | 6,79  |
| Fer oligiste. ....                    | $\alpha \dots 0,00000829$   | 1,19  |
|                                       | $\alpha' \dots 0,00000836$  | 2,62  |
| Fer oxydulé (Magnétite). ....         | $0,00000846$  | 2,89  |
| Franklinite. ....                     | $0,00000806$  | 0,94  |
| Zinc oxydé (Spartalite)....           | $\alpha \dots 0,00000316$   | 1,86  |
|                                       | $\alpha' \dots 0,00000539$  | 1,23  |
| Magnésie (Périclase artificielle).... | $0,00001043$  | 2,67  |
| Cuivre oxydulé (Ziguéline). ....      | $0,00000093$  | 2,10  |
| Plomb sulfuré (Galène). ....          | $0,00002014$  | 0,54  |
| Zinc sulfuré (Blende). ....           | $0,00000670$  | 1,28  |
| Pyrite cubique (Fer sulfuré jaune).   | $0,00000913$  | 1,78  |
| Cobalt gris (Cobaltine).....          | $0,00000919$  | 1,70  |
| Cobalt arsenical (Smaltine). ....     | $0,00000919$  | 1,64  |
| Cuivre gris (d'Alais). ....           | $0,00000922$  | 2,07  |
| Cuivre gris (de Schwartz). ....       | $0,00000871$  | 2,25  |



## DILATATION DES CORPS CRISTALLISÉS (suite)

| NOMS DES SUBSTANCES                                      | COEFFICIENT<br>de<br>dilatation<br>linéaire<br>$\alpha_{\theta} = 40^{\circ}$ | VARIATION<br>du<br>coefficient<br>$\frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$ |
|--|---|---|
|  |   |   |
| Cuivre gris (du Dauphiné) . . . . .                      | 0,00000733  | 2,34  |
| Mang. sulf. (Alabandine de Nagyag)                       | 0,00001519  | 2,17  |
| Bisulfure de manganèse (Hauérite)                        | 0,00001111  | 8,89  |
| Sesquisulfure de cobalt (Linnæite)                       | 0,00001037  | 1,59  |
| Sulfo-antim. de nickel (Ullmannite)                      | 0,00001112  | — 0,15  |
| Cuivre panaché (Phillipsite) . . . . .                   | 0,00001714  | 1,70  |
| Pyrite magnétique . . . . .                              | $\alpha$ . . . .  | 0,00000235  |
|  | $\alpha'$ . . . .   | 0,00003120  |
| Sulfo-antimon. d'argent<br>(Argent rouge) . . . . .      | $\alpha$ . . . .  | 0,00000091  |
|  | $\alpha'$ . . . .   | 0,00002012  |
| Antimoine sulfuré, dil. moy. . . . .                     | 0,00001528  | 2,16  |
| Cinabre transparent . . . . .                            | $\alpha$ . . . .  | 0,00002147  |
|  | $\alpha'$ . . . .   | 0,00001791  |
| Magnésie carbonatée (Gio-<br>bertite de Bruck) . . . . . | $\alpha$ . . . .  | 0,00002130  |
|  | $\alpha'$ . . . .   | 0,00000599  |
| Fer carbonaté magnésien<br>(Sidérolésite) . . . . .      | $\alpha$ . . . .  | 0,00001918  |
|  | $\alpha'$ . . . .   | 0,00000605  |
| Dolomie de Traverselle . . . . .                         | $\alpha$ . . . .  | 0,00002060  |
|  | $\alpha'$ . . . .   | 0,00000415  |
| Chaux carbonatée (Spath<br>d'Islande) . . . . .          | $\alpha$ . . . .  | 0,00002621  |
|  | $\alpha'$ . . . .   | — 0,00000540  |
| Aragonite . . . . .                                      | $\alpha$ . . . .  | 0,00003460  |
|  | $\alpha'$ . . . .   | 0,00001719  |
|  | $\alpha''$ . . . .  | 0,00001016  |
| Chaux fluatée (Spath fluor) . . . . .                    | 0,00001911  | 2,88*   |
| Baryte sulfatée, dil. moy. . . . .                       | 0,00001806  | 0,95  |
| Strontiane sulfatée, dil. moy. . . . .                   | 0,00001754  | 1,15  |
| Magnésie boratée (Boracite) . . . . .                    | 0,00000391  | 1,69  |
| Sel gemme . . . . .                                      | 0,00004039  | 4,49  |
| Chlorure de potassium . . . . .                          | 0,00003803  | 5,15  |
| Sel ammoniac . . . . .                                   | 0,00006255  | 29,75   |
| Bromure de potassium . . . . .                           | 0,00004201  | 9,78  |

## DILATATION DES CORPS CRISTALLISÉS (suite)

| NOMS DES SUBSTANCES  | COEFFICIENT<br>de<br>dilatation<br>linéaire<br>$\alpha_0 = 40^\circ$ | VARIATION<br>du<br>coefficient<br>$\frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$ |
|--|--|---|
| Iodure de potassium.....   | 0,00004265   | 16,76   |
| Chlorure d'argent crist.....   | 0,00003294   | 12,23   |
| Iodure d'argent crist.....   | $\alpha$ ... —0,00000397   | —4,27   |
|  | $\alpha'$ ... 0,00000065   | 1,38  |
| Staurotide, dil. moy.....  | 0,00000708   | 3,5   |
| Topaze blanche (de l'Aus-<br>tralie).....  | $\alpha$ ... 0,00000592  | 1,83*   |
|  | $\alpha'$ ... 0,00000484   | 1,53*   |
|  | $\alpha''$ ... 0,00000414  | 1,68*   |
| Tourmaline verte (du Bré-<br>sil).....   | $\alpha$ ... 0,00000905  | 3,20*   |
|  | $\alpha'$ ... 0,00000379   | 1,83*   |
| Idocrase (Vésuvienne de<br>Wilui).....   | $\alpha$ ... 0,00000740  | 1,74*   |
|  | $\alpha'$ ... 0,00000839   | 1,67*   |
| Grenat pyrope (de Bohême).....   | 0,00000827   | 2,10  |
| Grenat oriental (de l'Inde).....   | 0,00000837   | 1,80*   |
| Grenat noble (du Groënland).....   | 0,00000832   | 1,31  |
| Grenat spessartine (de Haddam)..<br>Grenat mélanite (de Frascati).....   | 0,00000824   | 2,14  |
|  | 0,00000734   | 1,43*   |
| Grenat mélanite (de Magnet-Cove).<br>Grenat aplôme (de Saxe).....  | 0,00000736   | 1,74*   |
|  | 0,00000743   | 0,70  |
| Grenat strié (d'Orsowa).....   | 0,00000745   | 1,78  |
| Grenatessonite (de Ceylan).....  | 0,00000693   | 1,87*   |
| Grenat grossulaire (de Wilui)..<br>Grenat grossulaire (d'Oravitzza)..<br>Spinelle (Rubis balais de Ceylan).<br>Spinelle (Pléonaste de Warwick)..<br>Spinelle (Gahnite de Fahlun).....<br>Spinelle (Kreitonite de Silberberg) | 0,00000693   | 1,60*   |
|  | 0,00000684   | 1,60  |
|  | 0,00000593   | 1,95  |
|  | 0,00000603   | 1,97  |
|  | 0,00000595   | 1,83  |
|  | 0,00000596   | 1,94  |
| Cymophane (Chrysobéryl) {<br>$\alpha$ ...<br>$\alpha'$ ...<br>$\alpha''$ ...   | 0,00000602   | 2,20  |
|  | 0,00000516   | 1,22  |
|  | 0,00000601   | 1,01  |
| Émeraude (Béryl).....  | $\alpha$ ... —0,00000106   | 1,14*   |
|  | $\alpha'$ ... 0,00000137   | 1,33*   |

## DILATATION DES CORPS CRISTALLISÉS (fin)

| NOMS DES SUBSTANCES   |                  | COEFFICIENT<br>de<br>dilatation<br>linéaire<br>$\alpha_{\theta=40^{\circ}}$ | VARIATION<br>du<br>coefficient<br>$\frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$ |
|---|------------------|---|---|
|   |                  |   |   |
| Phénakite.....  | $\alpha \dots$   | 0,00000379  | 2,13  |
|   | $\alpha' \dots$  | 0,00000299  | 2,30  |
| Zircon.....   | $\alpha \dots$   | 0,00000443  | 1,41  |
|   | $\alpha' \dots$  | 0,00000233  | 1,91  |
| Feldspath (Orthose du St-Gothard), $D_o = 18^{\circ}48'$ .      | $\alpha \dots$   | —0,00000203   | 1,28  |
|   | $\alpha' \dots$  | 0,00001905  | 1,06  |
|   | $\alpha'' \dots$ | —0,00000151   | 1,16  |
| Épidote (du Brésil),<br>$D_o = 34^{\circ}8'$ .....              | $\alpha \dots$   | 0,00000913  | 2,55  |
|   | $\alpha' \dots$  | 0,00000334  | 2,06  |
|   | $\alpha'' \dots$ | 0,00001086  | 3,05  |
| Pyroxène (Augite de West-<br>terwald), $D_o = 53^{\circ}37'$ .. | $\alpha \dots$   | 0,00001386  | 0,76  |
|   | $\alpha' \dots$  | 0,00000272  | 0,76  |
|   | $\alpha'' \dots$ | 0,00000791  | 2,08  |
| Amphibole (Hornblende), dil. moy.                               |                  | 0,00000866  | 2,02  |
| Azurite (Chessylite de<br>Chessy), $D_a = 29^{\circ}3'$ ...     | $\alpha \dots$   | 0,00001259  | 2,03  |
|   | $\alpha' \dots$  | 0,00002081  | "   |
|   | $\alpha'' \dots$ | —0,00000098   | "   |
| Gypse (Fer de lance de<br>Montmartre), $D_a = 15^{\circ}2'$     | $\alpha \dots$   | 0,00004163  | 9,36  |
|   | $\alpha' \dots$  | 0,00000157  | 1,09  |
|   | $\alpha'' \dots$ | 0,00002933  | 3,43  |

## NOTE EXPLICATIVE

$\alpha_{\theta=40^\circ}$  Accroissement de l'unité de longueur pour  $1^\circ$  situé au point  $40^\circ$  de l'échelle centigrade du thermomètre, ou accroissement moyen pour  $1^\circ$  lorsque la moyenne  $\theta$  entre les températures extrêmes est  $40^\circ$ .

$\frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}$  Variation du coefficient lorsque le degré moyen  $\theta$  est plus élevé de  $1^\circ$ ; valeurs un peu incertaines.

Les substances marquées d'un astérisque doivent avoir fourni les dilatations les plus exactes.

$\alpha$  *Premier axe de dilatation.* Suivant une direction quelconque, pour les cristaux du système cubique; suivant l'axe principal, pour les cristaux doués d'un axe principal de symétrie; suivant la bissectrice de l'angle aigu formé par les axes optiques, pour les cristaux transparents orthorhombiques; suivant la normale au plan de symétrie, pour les cristaux clinorhombiques.

$\alpha'$  *Deuxième axe de dilatation.* Suivant une normale quelconque à l'axe principal, pour les cristaux doués d'un axe principal de symétrie; suivant la bissectrice de l'angle obtus formé par les axes optiques, pour les cristaux transparents orthorhombiques; suivant une direction située dans le plan de symétrie et inclinée sur la base du prisme de l'angle  $D_a$  dans l'angle aigu, ou de l'angle  $D_o$  dans l'angle obtus d'inclinaison du prisme, pour les cristaux clinorhombiques.

$\alpha''$  *Troisième axe de dilatation.* Suivant la normale au plan des axes optiques, pour les cristaux transparents orthorhombiques; suivant une direction située dans le plan de symétrie et normale au plan des premier et deuxième axes de dilatation, pour les cristaux clinorhombiques.

*Exemple numérique.* Dilatation, suivant l'axe, d'un cristal de quartz d'une longueur  $l = 25^{\text{mm}}$  lorsque la température varie de  $t = 12^{\circ}$  à  $t' = 48^{\circ}$ .

L'échauffement  $t' - t = 36^{\circ}$ ; le degré moyen  $\theta = \frac{t' + t}{2} = 30^{\circ}$ ; il est inférieur de  $10^{\circ}$  au degré moyen  $\theta = 40^{\circ}$  adopté dans le Tableau. Il faut alors multiplier par 10 la variation du coefficient (deuxième colonne) et *retrancher* le produit obtenu de la valeur du coefficient  $\alpha$  donné dans le tableau, pour avoir le coefficient  $\alpha_1$  correspondant au degré moyen  $\theta = 30^{\circ}$  (si le degré moyen était supérieur à  $40^{\circ}$ , le produit en question devrait être ajouté); on a ainsi

$$\alpha_1 = 0,00000781 - 2,05 \times 10 = 0,00000760.5,$$

et la dilatation linéaire cherchée sera

$$l\alpha_1(t' - t) = 0^{\text{mm}},00684.$$

Quand les nombres de la Table offrent le signe —, ils entrent dans le calcul avec ce signe. Si la longueur  $l$  de la substance a été mesurée à une température un peu différente de la température inférieure  $t$ , la différence qui en résulterait dans le calcul est négligeable.

*Remarque.* Les valeurs du Tableau peuvent être introduites dans la formule ordinaire

$$l_t = l_0(1 + at + bt^2),$$

en observant que l'on a

$$a = \alpha_{\theta=0} \quad \text{et} \quad b = \frac{1}{2} \frac{\Delta \alpha}{\Delta \theta}.$$

*Dilatation suivant une direction quelconque*, faisant les angles  $b, b', b''$  avec les trois axes de dilatation

$$\alpha_n = \alpha \cos^2 b + \alpha' \cos^2 b' + \alpha'' \cos^2 b'',$$

ou, dans le cas de deux dilatations principales,

$$\alpha_n = \alpha \cos^2 b + \alpha' \sin^2 b.$$

*Dilatation cubique.* Elle s'obtient au moyen de la dilatation linéaire de la manière suivante :

1° Pour les substances à une seule dilatation, ou dont la dilatation moyenne est seule connue, on prend

$$\alpha^{\text{cub}} = 3\alpha;$$

2° Pour les cristaux à deux dilatations principales

$$\alpha^{\text{cub}} = \alpha + 2\alpha';$$

3° Pour les cristaux à trois dilatations principales

$$\alpha^{\text{cub}} = \alpha + \alpha' + \alpha''.$$

Dans le cas de très grandes dilatations (acide arsénieux) et de grands intervalles de températures ( $200^{\circ}$ ), ces formules cessent d'être applicables, les termes négligés comme étant du second ordre devenant alors sensibles.

## DILATATION DES LIQUIDES,

augmentation ou diminution de volume de zéro à  $\pm t$  degrés:  $at + bt^2 + ct^3$ .

| NOMS DES LIQUIDES      | DENSITÉ<br>à 0 degré | VALEURS<br>extrêmes de $t$ | COEFFICIENT |        |       | AUTEURS       |
|------------------------|----------------------|----------------------------|-------------|--------|-------|---------------|
|                        |                      |                            | $a$         | $b$    | $c$   |               |
| Alcool.....            | 0,81510              | —33° à 78°                 | 10486301    | 17510  | 0134  | L. Pierre.    |
| Chlorure (bi) d'étain. | 2,26712              | —20 112                    | 11328008    | 09117  | 0758  | <i>Id.</i>    |
| — de zinc (dissol.).   | 1,36320              | 15 100                     | 05435       | 1320   |       | Frankenheirn. |
| Eau.....               | 1,00000              | 0 25                       | —0061045    | +77183 | —3734 | R. Kopp.      |
|                        | <i>Id.</i>           | 25 50                      | —0065415    | +77587 | —3541 | <i>Id.</i>    |
|                        | <i>Id.</i>           | 50 75                      | 0059160     | 31849  | 0728  | <i>Id.</i>    |
| Esprit-de-bois.....    |                      | 75 100                     | 0086450     | 31892  | 0245  | <i>Id.</i>    |
|                        | 0,82074              | —38 70                     | 11855697    | 15649  | 0911  | L. Pierre.    |
|                        | 0,89020              | 0 150                      | 08474       | 1248   |       | Frankenheirn. |
| Essence de térébenth.  | 0,73581              | —15 38                     | 15132448    | 23592  | 4005  | L. Pierre.    |
| Ether sulfurique....   | 1,10634              | 0 60                       | 09934793    | 10904  | 0154  | <i>Id.</i>    |
| Ether sulfureux....    | 1,28034              | —25 85                     | 11189324    | 10469  | 1034  | <i>Id.</i>    |
| Liquueur des Holland.  | 13,596               | 0 350                      | 01790066    | 00252  |       | Regnault.     |
| Mercure.....           |                      |                            |             |        |       |               |

(\*) Mettez deux zéros avant le nombre decimal  $a$ , cinq avant  $b$  et sept avant  $c$ . Ainsi pour Alcool on trouve  $a = 0,0010486301$ ;  $b = 0,000017510$ ;  $c = 0,0000000134$ .

## DILATATION DE QUELQUES LIQUIDES

$$V = 1 + at + bt^2 + ct^3.$$

| NOMS DES LIQUIDES             |                          | COEFFICIENTS |          |           |
|-------------------------------|--------------------------|--------------|----------|-----------|
|                               |                          | <i>a</i>     | <i>b</i> | <i>c</i>  |
|                               |                          | +0,00        | 0,00000  | 0,0000000 |
| Acétone.....                  |                          | 13481        | +26090   | +10568    |
| Acide                         | azotique D: 1,40 .....   | 11           | »        | »         |
|                               | chlorhydrique D: 1,24 .. | 06           | »        | »         |
|                               | sulfurique D: 1,85 ..... | 06           | »        | »         |
|                               | formique.....            | 09927        | +06251   | +05965    |
|                               | acétique.....            | 1037         | +01832   | +09644    |
|                               | propionique.....         | 11003        | +02182   | +0698     |
|                               | butyrique.....           | 10461        | +05624   | +0542     |
| Alcool                        | valérique.....           | 10476        | -0240    | +08247    |
|                               | acétique anhydre .....   | 1053         | +18389   | +00792    |
|                               | méthylque.....           | 1134         | +13635   | +08741    |
|                               | éthylque .....           | 10414        | +07836   | +1762     |
|                               | amylique .....           | 09724        | -08565   | +2022     |
|                               | benzylque.....           | 07873        | +0513    | +02725    |
|                               | Aldéhyde.....            | 15464        | +69745   | »         |
| Aniline.....                  |                          | 08173        | +09191   | +00628    |
| Benzine.....                  |                          | 11763        | +12776   | +08065    |
| Brome.....                    |                          | 10382        | -11714   | +0545     |
| Bro- { (tri) de phosphore..   |                          | 08472        | +04367   | +02523    |
| mure { (bi) d'éthylène (¹) .. |                          | 09527        | +13165   | +01067    |
| Chloroforme.....              |                          | 1107         | +46647   | -17443    |
| Chlorure                      | (per) de carbone.....    | 11838        | -08988   | +13513    |
|                               | (bi) " .....             | 10026        | -03728   | +15934    |
|                               | (per) d'étain .....      | 11328        | +09117   | +07579    |
|                               | (bi) d'éthylène.....     | 11189        | +10469   | +10341    |
|                               | (bi) d'éthylidène.....   | 12907        | -01183   | +2134     |
|                               | (tri) de phosphore..     | 11286        | +08729   | (²)       |
| Essence de térébenthine....   |                          | 07           | »        | »         |

(¹) *t* = la température centigrade -20°.(²) *c* = + 0,000017923.



## DILATATION DE QUELQUES LIQUIDES (suite)

| NOMS DES LIQUIDES               | COEFFICIENTS |          |           |
|---------------------------------|--------------|----------|-----------|
|                                 | <i>a</i>     | <i>b</i> | <i>c</i>  |
|                                 | +0,00        | 0,00000  | 0,0000000 |
| Ether .....                     | 14803        | +35032   | +27       |
| » amylechlorhydrique ...        | 11715        | -05008   | +13537    |
| » éthyl-acétique.....           | 12738        | +21914   | +11797    |
| » éthyl-benzoïque.....          | 09309        | -00634   | +050      |
| » éthyl-bromhydrique ..         | 13376        | +15014   | +169      |
| » éthyl-carbonique. ...         | 11711        | +0526    | +0985     |
| » éthyl-iodhydrique....         | 11422        | +10638   | +0621     |
| » éthyl-oxalique .....          | 10688        | +08417   | +0473     |
| » méthyl-iodhydrique ..         | 11996        | +21633   | +1005     |
| Huile d'olive... ..             | 00798        | -07726   | +08274    |
| Naphtaline <sup>(1)</sup> ..... | 0747         | +18095   | »         |
| Nitrobenzine .....              | 08263        | +05225   | +01378    |
| Pétroles (moyenne) .....        | 07 à 10      | »        | »         |
| Phénol.....                     | 06744        | +1721    | -05041    |
| Solut. saturée de sel marin.    | 05           | »        | »         |
| Sulfure de carbone.....         | 11398        | +13706   | +19122    |

*Détermination de la dilatation des liquides.* — On détermine le poids d'un thermomètre calibré vide ( $\pi$ ), plein de mercure à zéro jusqu'à la division  $a$  près du réservoir ( $\pi+P$ ), plein de mercure à zéro jusqu'à la division  $b$ , au haut de la tige ( $\pi+P+p$ ). Soient  $n=b-a$  et  $D$  = la densité du mercure à zéro. On a  $\frac{P}{D}$  = volume du réservoir jusqu'à  $a$  à zéro,

$\frac{P}{nD}$  = volume d'une division à zéro ; il est donc facile de connaître le volume à zéro d'une portion quelconque de l'instrument.

Une certaine quantité de mercure occupant à zéro le volume  $v$ , occupe à  $t^0$  un volume calculé  $v(1+Kt)$  ; il atteint alors la division  $x$ , qui, à zéro, correspond au volume  $v'$ . On a  $v(1+Kt) = v'(1+\delta_t)$ ,  $\delta_t$  étant la dilatation du verre de l'instrument de zéro à  $t^0$  ; on connaît donc  $\delta_t$ . Répétant l'expérience avec le liquide à zéro et à  $t_0$ , on a

$$V'(1+\delta_t) = V(1+X_t),$$

$X_t$  étant la dilatation du liquide de zéro à  $t_0$ .

(<sup>1</sup>)  $t$  = la température centigrade  $-79^{\circ},2$ .

# RÉDUCTION

des hauteurs barométriques à zéro degré.

## FORMULE

$$h = H \frac{5550}{5550 + t} (1 + kt)$$

$h$ , hauteur réduite;

$H$ , hauteur observée (corrigée de la capillarité [1]);

$t$ , température de l'expérience;

$k$ , coefficient de la dilatation linéaire de l'échelle.

## USAGE DES TABLES

Soit

$$H = 756 \quad t = + 23^{\circ}$$

L'instrument étant gradué sur verre, on a dans la colonne 760 de la première Table

$$\text{pour } 20^{\circ} \dots \dots \dots \alpha = 2,590$$

$$\text{» } 3^{\circ} \dots \dots \dots \alpha = 0,388$$

$$\text{Somme} \dots \dots \dots 2,978$$

Retrachant cette somme de la hauteur observée  $H$  on aura la hauteur réduite  $h$

$$h = 756 - 2,98 = 753,02.$$

[1] Voir la Table, page 312.

## Valeurs du terme $kt$ .

| $t$ | CRISTAL | LAITON | $t$ | CRISTAL | LAITON |
|-----|---------|--------|-----|---------|--------|
| 0   | 0,0000  | 0,0000 | 0   | 0,0000  | 0,000  |
| 1   | 07567   | 18782  | 6   | 45100   | 112692 |
| 2   | 15133   | 37564  | 7   | 52967   | 131474 |
| 3   | 22700   | 56346  | 8   | 60533   | 150256 |
| 4   | 30267   | 75128  | 9   | 68100   | 169038 |
| 5   | 37833   | 93910  | 10  | 75667   | 187820 |

**HAUTEUR A RETRANCHER**

de la hauteur observée avec un baromètre  
pour la réduire à zéro.

(Correction additive pour les degrés négatifs)

H = hauteur observée; t = température

**1° Baromètre gradué sur verre.**

| $\frac{t}{H}$ | 700   | 710   | 720   | 730   | 740   | 750   | 760   | 770   | 780   |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1             | 0,120 | 0,121 | 0,123 | 0,125 | 0,127 | 0,128 | 0,130 | 0,132 | 0,133 |
| 2             | 0,240 | 0,243 | 0,246 | 0,250 | 0,254 | 0,257 | 0,260 | 0,263 | 0,267 |
| 3             | 0,359 | 0,364 | 0,370 | 0,375 | 0,380 | 0,385 | 0,390 | 0,395 | 0,400 |
| 4             | 0,479 | 0,486 | 0,493 | 0,500 | 0,506 | 0,513 | 0,520 | 0,527 | 0,534 |
| 5             | 0,599 | 0,607 | 0,616 | 0,625 | 0,633 | 0,642 | 0,650 | 0,659 | 0,667 |
| 6             | 0,719 | 0,729 | 0,739 | 0,749 | 0,760 | 0,770 | 0,780 | 0,790 | 0,801 |
| 7             | 0,838 | 0,850 | 0,862 | 0,874 | 0,886 | 0,898 | 0,910 | 0,922 | 0,934 |
| 8             | 0,958 | 0,972 | 0,986 | 0,999 | 1,013 | 1,027 | 1,040 | 1,054 | 1,068 |
| 9             | 1,078 | 1,093 | 1,109 | 1,124 | 1,140 | 1,155 | 1,170 | 1,186 | 1,201 |
| 10            | 1,198 | 1,215 | 1,232 | 1,249 | 1,266 | 1,283 | 1,300 | 1,317 | 1,335 |

**2° Baromètre gradué sur laiton**

| $\frac{t}{H}$ | 700   | 710   | 720   | 730   | 740   | 750   | 760   | 770   | 780   |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1             | 0,113 | 0,115 | 0,116 | 0,118 | 0,119 | 0,121 | 0,123 | 0,124 | 0,126 |
| 2             | 0,226 | 0,229 | 0,232 | 0,236 | 0,239 | 0,242 | 0,245 | 0,249 | 0,252 |
| 3             | 0,339 | 0,344 | 0,349 | 0,353 | 0,358 | 0,363 | 0,368 | 0,373 | 0,378 |
| 4             | 0,452 | 0,458 | 0,465 | 0,471 | 0,478 | 0,484 | 0,491 | 0,497 | 0,504 |
| 5             | 0,565 | 0,573 | 0,581 | 0,589 | 0,597 | 0,605 | 0,613 | 0,621 | 0,629 |
| 6             | 0,678 | 0,688 | 0,697 | 0,707 | 0,716 | 0,726 | 0,736 | 0,746 | 0,755 |
| 7             | 0,791 | 0,802 | 0,813 | 0,825 | 0,836 | 0,847 | 0,859 | 0,870 | 0,881 |
| 8             | 0,904 | 0,917 | 0,930 | 0,942 | 0,955 | 0,968 | 0,981 | 0,994 | 1,007 |
| 9             | 1,017 | 1,031 | 1,046 | 1,060 | 1,075 | 1,089 | 1,104 | 1,119 | 1,133 |
| 10            | 1,140 | 1,146 | 1,163 | 1,178 | 1,194 | 1,210 | 1,227 | 1,243 | 1,259 |

# Hauteur en millimètres à ajouter à la hauteur barométrique observée pour la corriger de l'action capillaire (Delaunay)

R = rayon du tube en millimètres; F = flèche ou hauteur du ménisque en millimètres

| F/R | 0,2  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 0,9  | 1,0  | 1,1  | 1,2  | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,6  |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2   | 0,60 | 0,89 | 1,16 | 1,41 | 1,65 | 1,86 | 2,05 | 2,21 | 2,35 | "    | "    | "    | "    | "    | "    |
| 2,2 | 0,49 | 0,72 | 0,95 | 1,16 | 1,36 | 1,54 | 1,71 | 1,83 | 1,98 | 2,09 | "    | "    | "    | "    | "    |
| 2,4 | 0,40 | 0,60 | 0,79 | 0,97 | 1,14 | 1,29 | 1,44 | 1,57 | 1,68 | 1,78 | 1,87 | "    | "    | "    | "    |
| 2,6 | 0,34 | 0,50 | 0,66 | 0,81 | 0,96 | 1,09 | 1,22 | 1,33 | 1,44 | 1,53 | 1,61 | 1,68 | "    | "    | "    |
| 2,8 | 0,29 | 0,43 | 0,56 | 0,69 | 0,82 | 0,93 | 1,04 | 1,14 | 1,24 | 1,32 | 1,39 | 1,46 | 1,51 | "    | "    |
| 3   | 0,24 | 0,36 | 0,48 | 0,59 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 0,99 | 1,07 | 1,14 | 1,21 | 1,27 | 1,32 | 1,37 | "    |
| 3,2 | 0,21 | 0,31 | 0,41 | 0,51 | 0,60 | 0,69 | 0,78 | 0,86 | 0,93 | 1,00 | 1,06 | 1,11 | 1,16 | 1,20 | 1,24 |
| 3,4 | 0,18 | 0,27 | 0,36 | 0,44 | 0,52 | 0,60 | 0,68 | 0,75 | 0,81 | 0,87 | 0,93 | 0,98 | 1,02 | 1,06 | 1,10 |
| 3,6 | 0,16 | 0,23 | 0,31 | 0,38 | 0,46 | 0,52 | 0,59 | 0,65 | 0,71 | 0,76 | 0,81 | 0,86 | 0,90 | 0,94 | 0,97 |
| 3,8 | 0,14 | 0,21 | 0,27 | 0,34 | 0,40 | 0,46 | 0,52 | 0,57 | 0,62 | 0,67 | 0,72 | 0,76 | 0,80 | 0,83 | 0,86 |
| 4   | 0,12 | 0,18 | 0,24 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,46 | 0,50 | 0,55 | 0,59 | 0,64 | 0,67 | 0,71 | 0,74 | 0,77 |
| 4,2 | 0,11 | 0,16 | 0,21 | 0,26 | 0,31 | 0,36 | 0,40 | 0,45 | 0,49 | 0,53 | 0,56 | 0,60 | 0,63 | 0,66 | 0,68 |
| 4,4 | 0,09 | 0,14 | 0,19 | 0,23 | 0,27 | 0,32 | 0,36 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,50 | 0,53 | 0,56 | 0,59 | 0,61 |
| 4,6 | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 0,20 | 0,24 | 0,28 | 0,32 | 0,35 | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,47 | 0,50 | 0,52 | 0,54 |
| 4,8 | 0,07 | 0,11 | 0,15 | 0,18 | 0,22 | 0,25 | 0,28 | 0,31 | 0,34 | 0,37 | 0,40 | 0,42 | 0,45 | 0,47 | 0,49 |
| 5   | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,16 | 0,19 | 0,22 | 0,25 | 0,28 | 0,31 | 0,33 | 0,35 | 0,38 | 0,40 | 0,42 | 0,44 |
| 5,2 | 0,06 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,17 | 0,20 | 0,22 | 0,25 | 0,27 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,37 | 0,39 |
| 5,4 | 0,05 | 0,08 | 0,10 | 0,13 | 0,15 | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,24 | 0,26 | 0,28 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,35 |
| 5,6 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,22 | 0,24 | 0,26 | 0,27 | 0,29 | 0,30 | 0,32 |
| 5,8 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,21 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,27 | 0,28 |
| 6   | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,14 | 0,16 | 0,18 | 0,19 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 |

# TENSION DE LA VAPEUR DE MERCURE (Regnault)

| Degrés | Millimètres | Degrés | Millimètres | Degrés | Millimètres | Degrés | Millimètres |
|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
| 0      | 0,02        | 170    | 8,09        | 290    | 194,46      | 410    | 1864        |
| 50     | 113         | 180    | 11,00       | 300    | 242,15      | 420    | 2178        |
| 90     | 0,514       | 190    | 14,84       | 310    | 299,69      | 430    | 2533        |
| 100    | 0,746       | 200    | 19,90       | 320    | 368,73      | 440    | 2934        |
| 110    | 1,073       | 210    | 26,35       | 330    | 450,91      | 450    | 3384        |
| 120    | 1,534       | 220    | 34,70       | 340    | 548,35      | 460    | 3888        |
| 130    | 2,175       | 230    | 45,35       | 350    | 663,18      | 470    | 4450        |
| 140    | 3,039       | 240    | 58,82       | 360    | 797,74      | 480    | 5062        |
| 150    | 4,266       | 250    | 75,75       | 370    | 954,65      | 490    | 5761        |
| 160    | 5,900       | 260    | 96,73       | 380    | 1139,65     | 500    | 6520        |
|        |             | 270    | 123,01      | 390    | 1346,71     | 510    | 7354        |
|        |             | 280    | 155,17      | 400    | 1587,96     | 520    | 8265        |

# DENSITÉS DES CORPS SIMPLES SOLIDES

celle de l'eau à 4 degrés étant prise pour unité

|                       |                             |             |      |
|-----------------------|-----------------------------|-------------|------|
| Aluminium Al          | { fondu. ....               | 2,56        | (1)  |
|                       | { lamine. ....              | 2,67        | (1)  |
| Antimoine Sb. ....    |                             | 6,72        | (2)  |
| Argent Ag fondu. .... |                             | 10,512      | (3)  |
| Arsenic As. ....      |                             | 5,67        | (4)  |
| Baryum Ba ...         |                             | 3,8         |      |
| Bismuth Bi. ....      |                             | 9,82        | (2)  |
| Bore B                | { cristallin. ....          | 2,69        | (5)  |
|                       | { amorphe pur. ....         | 2,45        | (17) |
| Cadmium Cd            | { fondu. ....               | 8,60        | (6)  |
|                       | { lamine. ....              | 8,69        | (4)  |
| Cæsium Cs. ....       |                             | 1,9         |      |
| Calcium Ca. ....      |                             | 1,58        | (7)  |
| Carbone C             | { anthracite. ....          | 1,34 à 1,46 | (8)  |
|                       | { diamant. ....             | 3,50 à 3,53 | (9)  |
|                       | { graphite foisonnant. .... | 2,06        | (17) |
| Cérium Ce. ....       |                             | 6,68        | (11) |
| Chrome pur Cr. ....   |                             | 6,92        | (17) |
| Cobalt Co fondu. .... |                             | 8,6         |      |
| Cuivre Cu             | { fondu. ....               | 8,85        | (2)  |
|                       | { laminé. ....              | 8,95        | (1)  |
| Didyme Di. ....       |                             | "           |      |
| Erbium E. ....        |                             | 4,8         |      |
| Étain Sn. ....        |                             | 7,29        | (4)  |
| Fer Fe                | { fondu. ....               | 7,20        | (4)  |
|                       | { forgé. ....               | 7,79        | (4)  |
| Gallium Ga. ....      |                             | 5,95        | (13) |
| Glucinium Gl. ....    |                             | 2,10        | (12) |
| Indium In. ....       |                             | 7,40        | (6)  |
| Iode I. ....          |                             | 4,95        | (14) |
| Iridium Ir. ....      |                             | 22,40       | (15) |
| Lanthane La. ....     |                             | 6,1         |      |
| Lithium Li. ....      |                             | 0,59        | (16) |

(1) H. Deville. (2) D'Elhuyart. (3) Dumas. (4) Hérapath. (5) Woehler et H. Deville. (6) Troost. (7) Fernet. (8) Regnault. (9) Dumas. (10) Dufrenoy. (11) Hillebrand. (12) Debray. (13) Lecoq de Boisbaudran. (14) Gay-Lussac. (15) H. Deville et Debray. (16) Runsen. (17) Moissan.

## DENSITÉS DES CORPS SIMPLES SOLIDES

|                               |               |      |
|-------------------------------|---------------|------|
| Magnesium Mg.....             | 1,74          | (1)  |
| Manganèse Mn.....             | 8,01          | (2)  |
| Molybdène Mo.....             | 9,01          | (2)  |
| Nickel Ni } fondu.....        | 8,28          | (2)  |
| } forgé.....                  | 8,67          | (2)  |
| Niobium Nb.....               | 7,1           |      |
| Or Au } fondu.....            | 19,26         | (4)  |
| } laminé.....                 | 19,36         | (4)  |
| Osmium Os.....                | 22,47         | (5)  |
| Palladium Pd.....             | 12,05         | (5)  |
| Phosphore Ph.....             | 1,77          | (6)  |
| Platine Pt fondu.....         | 21,45         | (5)  |
| Plomb Pb.....                 | 11,35         | (7)  |
| Potassium K.....              | 0,86          | (8)  |
| Rhodium Rh.....               | 12,41         | (5)  |
| Rubidium Rb.....              | 1,52          | (1)  |
| Ruthénium Ru.....             | 12,3          | (5)  |
| Sélénium Se.....              | 4,30          | (8)  |
| Silicium Si } cristallin..... | 2,65          | (6)  |
| } amorphe.....                | 2,49          | (6)  |
| Sodium Na.....                | 0,97          | (6)  |
| Soufre S } octaédrique.....   | 2,07          | (9)  |
| } prismatique.....            | 1,96 à 1,99   | (9)  |
| Strontium Sr.....             | 2,54          | (1)  |
| Tantale Ta.....               | 10,4          |      |
| Tellure Te.....               | 6,24          | (7)  |
| Thallium Tl.....              | 11,86         | (10) |
| Thorium Th.....               | 10,099        | (11) |
| Titane Ti.....                | 4,87          | (15) |
| Tungstène W.....              | 18,7          | (14) |
| Uranium U.....                | 18,33 à 18,40 | (12) |
| Vanadium V.....               | 5,5           |      |
| Yttrium Y.....                | 3,8           |      |
| Zinc Zn.....                  | 7,19          | (2)  |
| Zirconium Zr.....             | 4,14          | (13) |

(1) Bunsen. (2) Hérapath. (3) Rivot. (4) Children. (5) H. Deville et Debray. (6) O'Elhnyart. (7) Gay-Lussac et Thenard. (8) Leroyer et Bumas. (9) Ch. Deville. (10) Lamé. (11) Nilson. (12) Peligot. (13) Troost. (14) Moissan.

## Recherche de la densité absolue des minéraux.

Note de M. DAMOUR.

On concasse le minéral, on le fait passer successivement à travers deux tamis. Le premier ne doit laisser écouler que des fragments de la grosseur d'une graine de pavot, mêlés d'une poudre plus ou moins fine. Le second, à mailles plus serrées, sépare cette poudre. On lave les fragments, on les fait bouillir dans de l'eau distillée, puis on les introduit, encore humides, dans un creuset de platine portant une anse de même métal. Ce creuset a été préalablement taré dans l'air et aussi dans l'eau. Le tout est suspendu à l'un des plateaux d'une balance de précision par un fil fin en platine, et plongé dans un vase contenant de l'eau distillée. On note la température de l'air ambiant et l'on établit l'équilibre entre les plateaux. On retire alors de l'eau le creuset avec son contenu ; on le remplace par des poids qui donnent ainsi le poids total de la matière et du creuset dans l'eau. Retranchant la tare du creuset pesé dans l'eau, on a le poids exact de la matière dans l'eau.

Laissant la matière dans le creuset, on fait sécher le tout à une étuve dont la température n'excède pas  $+70^{\circ}$  à  $+80^{\circ}$  C. Après complète dessiccation, on porte le creuset avec son contenu sur le plateau de la balance et, après avoir rétabli l'équilibre, on retire le tout, puis on le remplace par des poids. Retranchant la tare du creuset, on a le poids de la matière pesée dans l'air.

### EXEMPLE

#### *Orthose du mont Saint-Gothard*

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| Poids de la matière et du creuset | gr           |
| dans l'eau .....                  | 4,807        |
| A déduire : poids du creuset dans |              |
| l'eau .....                       | <u>2,974</u> |
| Reste : poids de la matière       |              |
| dans l'eau.....                   | 1,833        |



|                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
| Poids de la matière et du creuset  | gr           |
| dans l'air.....                    | 6,123        |
| A déduire : poids du creuset dans  |              |
| l'air.....                         | <u>3,106</u> |
| Reste : poids de la matière        |              |
| dans l'air.....                    | 3,017        |
|                                    | gr           |
| Poids de la matière dans l'air.... | 3,017        |
| Poids de la matière dans l'eau.... | <u>1,833</u> |
| Différence.....                    | <u>1,184</u> |

d'où

$$\frac{3,017}{1,184} = 2,548 = \text{densité.}$$

Quant aux pierres précieuses et aux objets qu'on ne veut pas briser, la recherche de la densité s'effectue rapidement par le procédé qui suit :

Le creuset destiné à les contenir reste plongé dans l'eau distillée où il doit osciller librement, étant suspendu par un fil de platine rattaché au plateau de la balance.

On place la pierre sur le plateau; on équilibre le tout ; on enlève la pierre, puis on la remplace par des poids que l'on retire ensuite après en avoir pris note. On plonge alors la pierre dans le creuset immergé. Le poids qu'il faut ajouter pour rétablir l'équilibre fait connaître le volume d'eau déplacée. Divisant le poids de la pierre par le poids de ce volume d'eau, le quotient exprime la densité.

#### EXEMPLE

*Rubis oriental (corindon)*

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Poids dans l'air..... | 1 <sup>gr</sup> .020 |
| Perte dans l'eau..... | 0 <sup>gr</sup> ,255 |

d'où

$$\frac{1,020}{0,255} = 4,00 = \text{densité.}$$

**DENSITÉS DES MINÉRAUX,**

celle de l'eau entre 10 et 16 degrés étant prise  
pour unité

**Corps simples et alliages naturels**

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Antimoine .....                          | 6,62 à 6,72 <sup>(1)</sup>   |
| Argent .....                             | 10,10 à 11,10 <sup>(2)</sup> |
| Arseuic .....                            | 5,67 à 5,93 <sup>(3)</sup>   |
| Bismuth .....                            | 9,73 <sup>(3)</sup>          |
| Carbone { Anthracite .....               | 1,34 à 1,46 <sup>(4)</sup>   |
|  | 3,50 à 3,53 <sup>(5)</sup>   |
|  | 2,09 à 2,24 <sup>(6)</sup>   |
| Cuivre .....                             | 8,94 <sup>(3)</sup>          |
| Étain .....                              | 7,18 <sup>(7)</sup>          |
| Fer météorique .....                     | 7,30 à 7,80 <sup>(3)</sup>   |
| Iridium osmié .....                      | 21,12 <sup>(8)</sup>         |
| Mercure .....                            | 13,60 à 14                   |
| Mercure argentale { Amalgame .....       | 13,75 <sup>(9)</sup>         |
|  | 10,80 <sup>(10)</sup>        |
| Or .....                                 | 15,60 à 19,34 <sup>(8)</sup> |
| Or argentale (electrum) de l'Altaï ..... | 14,55 <sup>(8)</sup>         |
| Or palladié du Brésil .....              | 18,87 <sup>(11)</sup>        |
| Platine .....                            | 17,11 à 17,86 <sup>(8)</sup> |
| Platine-iridium .....                    | 22,60 à 23 <sup>(12)</sup>   |
| Plomb .....                              | 11,44 <sup>(3)</sup>         |
| Sélénium du Mexique .....                | 4,32 <sup>(13)</sup>         |
| Soutre de Sicile .....                   | 2,07 <sup>(14)</sup>         |
| Tellure de Nagyag .....                  | 6,19 <sup>(11)</sup>         |

**Acides et oxydes**

|                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| Acide arsénieux .....           | 3,69 à 3,70 <sup>(5)</sup> |
| Acide borique .....             | 1,48 <sup>(3)</sup>        |
| Acide titanique { Anatase ..... | 3,88 <sup>(11)</sup>       |
|                                 | 4,14 <sup>(11)</sup>       |
|                                 | 4,28 <sup>(11)</sup>       |

(<sup>1</sup>) Kennigott. (<sup>2</sup>) Miller. (<sup>3</sup>) Dana. (<sup>4</sup>) Regnault. (<sup>5</sup>) Dumas. (<sup>6</sup>) Dufrénoy. (<sup>7</sup>) Phillips. (<sup>8</sup>) G. Rose. (<sup>9</sup>) Haidinger. (<sup>10</sup>) Domeyko. (<sup>11</sup>) Dammour. (<sup>12</sup>) Swanberg. (<sup>13</sup>) Del Rio. (<sup>14</sup>) Ch. Sainte-Claire Deville.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX** (suite)

|                                       |                   |                              |
|---------------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Alumine (corindon).....               | 3,99 à 4,02       | ( <sup>1</sup> )             |
| Antimoine oxydé {                     | Exitèle.....      | 5,56 ( <sup>2</sup> )        |
|                                       | Senarmontite..... | 5,22 à 5,30 ( <sup>3</sup> ) |
| Bismuth oxydé.....                    | 4,36              | ( <sup>4</sup> )             |
| Cuivre oxydé {                        | Mélaconise.....   | 5,14 à 5,39 ( <sup>5</sup> ) |
|                                       | Zigueline.....    | 5,99 ( <sup>6</sup> )        |
| Diaspore.....                         | 3,37              | ( <sup>1</sup> )             |
| Étain oxydé (cassitérite).....        | 6,30 à 7,10       | ( <sup>2</sup> )             |
| Fer oligiste.....                     | 5,24 à 5,28       | ( <sup>1</sup> )             |
| Fer oxydulé (aimant).....             | 4,91 à 5,18       | ( <sup>1</sup> )             |
| Fer oxydé hydraté {                   | Gœthite.....      | 4,04 à 4,40 ( <sup>2</sup> ) |
|                                       | Liméonite.....    | 3,66 à 4,00 ( <sup>2</sup> ) |
| Franklinite.....                      | 5,09              | ( <sup>6</sup> )             |
| Glace à zéro.....                     | 0,92              | ( <sup>8</sup> )             |
| Magnésie (périclase).....             | 3,67              | ( <sup>1</sup> )             |
| Magnésie calcinée au four électrique. | 3,65              | ( <sup>12</sup> )            |
| Magnésie hydratée (brucite).....      | 2,35              | ( <sup>6</sup> )             |
| Manganèse oxydé {                     | Acérodèse.....    | 4,20 à 4,40 ( <sup>9</sup> ) |
|                                       | Braunite.....     | 4,75 ( <sup>1</sup> )        |
|                                       | Hausmannite....   | 4,72 ( <sup>1</sup> )        |
|                                       | Pyrolusite.....   | 4,82 à 4,97 ( <sup>9</sup> ) |
| Plomb oxydé {                         | Litharge.....     | 7,90 ( <sup>10</sup> )       |
|                                       | Minium.....       | 8,94 ( <sup>11</sup> )       |
| Silice {                              | Agate.....        | 2,58 à 2,62 ( <sup>1</sup> ) |
|                                       | Quartz.....       | 2,65 ( <sup>1</sup> )        |
| Opale (silice hydratée).....          | 2,03 à 2,09       | ( <sup>10</sup> )            |
| Urane oxydé (pechblende).....         | 6,01 à 8,07       | ( <sup>1</sup> )             |
| Zincite.....                          | 5,57              | ( <sup>1</sup> )             |

**Aluminates**

|                |             |                  |
|----------------|-------------|------------------|
| Cymophane..... | 3,72 à 3,74 | ( <sup>1</sup> ) |
| Dysluite....   | 4,55        | ( <sup>1</sup> ) |

(<sup>1</sup>) Damour. (<sup>2</sup>) Dana. (<sup>3</sup>) Rivot. (<sup>4</sup>) Busson. (<sup>5</sup>) Teschemacher. (<sup>6</sup>) Haidinger. (<sup>7</sup>) Rammeisberg. (<sup>8</sup>) Brunner. (<sup>9</sup>) Turner. (<sup>10</sup>) Delafosse. (<sup>11</sup>) Dufrénoy. (<sup>12</sup>) Moissan.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| Gahnite.....   | 4,10 à 4,56 (1) |
| Pléonaste..... | 3,57 (2)        |
| Spinelle.....  | 3,55 à 3,61 (1) |

**Antimoniates**

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| Bleinière..... | 4,60 à 4,76 (3) |
| Roméine.....   | 4,71 (1)        |

**Antimoniures**

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| Breithauptite..... | 7,54 (4)        |
| Discrase.....      | 9,40 à 9,80 (5) |

**Arséniates.**

|  |                       |             |     |
|--|-----------------------|-------------|-----|
| Chaux arséniatée ( pharmacolite )..... | 2,64 à 2,73           | (2)         |     |
| Cobalt arséniaté (érythrine) .....     | 2,95                  | (2)         |     |
| Cuivre arséniaté {                     | Aphanèse... ..        | 4,31        | (6) |
|  | Euchroïte .....       | 3,39        | (4) |
|  | Kupferglimmer ....    | 2,66        | (1) |
|  | Liroconite.....       | 2,96        | (1) |
|  | Olivénite.....        | 4,38        | (1) |
| Fer arséniaté {                        | Arséniosidérîte.....  | 3,52        | (8) |
|  | Pharmacosidérîte..... | 2,90 à 3,00 | (7) |
|  | Scorodite.....        | 3,11 à 3,18 | (1) |

(1) Damour. (2) Dana. (3) Hermann. (4) Breithaupt. (5) Pisani.  
 (6) Rammelsberg. (7) Friedel. (8) Dufrenoy.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|  |             |     |
|--|-------------|-----|
| Nickel arséniaté (cabrerite du Laurium)..... | 3,11        | (1) |
| Plomb arséniaté (mimetèse).....              | 7,19 à 7,21 | (2) |
| Zinc arséniaté (adamine).....                | 4,33        | (2) |

**Arséniures.**

|                                    |             |     |
|------------------------------------|-------------|-----|
| Cobalt arsénié (smaltine).....     | 6,41        | (3) |
| Cuivre arsénié (domeykite).....    | 8,26        | (1) |
| Fer arsénié.....                   | 7,00 à 7,40 | (4) |
| Nickel arsénié. { Chloanthite..... | 6,40 à 6,50 | (5) |
| { Kupfernickel.....                | 7,72        | (1) |

**Borates.**

|                   |             |     |
|-------------------|-------------|-----|
| Boracite.....     | 2,91 à 2,97 | (1) |
| Borax.....        | 1,72        | (4) |
| Jérômeiëwite..... | 3,28        | (1) |

**Borotitanates.**

|                 |             |     |
|-----------------|-------------|-----|
| Warwickite..... | 3,35 à 3,36 | (1) |
|-----------------|-------------|-----|

**Bromures.**

|                 |             |     |
|-----------------|-------------|-----|
| Bromargyre..... | 5,80 à 6,00 | (4) |
|-----------------|-------------|-----|

**Carbonates.**

|                    |             |     |
|--------------------|-------------|-----|
| Aragonite.....     | 2,93 à 2,94 | (1) |
| Azurite.....       | 3,70 à 3,83 | (6) |
| Barytocalcite..... | 3,66 à 3,68 | (1) |
| Calcaire.....      | 2,70 à 2,73 | (1) |
| Calédonite.....    | 6,40        | (1) |

(1) Damour. (2) Friedel. (3) Rammelsberg. (4) Dana. (5) Breithaupt.  
(6) Phillips. (7) Brooke

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|                      |             |     |
|----------------------|-------------|-----|
| Cérusite. ....       | 6,57        | (1) |
| Diallogite. ....     | 3,55 à 3,66 | (1) |
| Dolomie. ....        | 2,83 à 2,94 | (2) |
| Gay-Lussite. . . . . | 1,92 à 1,99 | (3) |
| Giobertite. ....     | 2,99 à 3,15 | (1) |
| Leadhillite. ....    | 6,20 à 6,50 | (2) |
| Malachite. ....      | 3,93        | (1) |
| Natron. ....         | 1,42        | (2) |
| Parisite. ....       | 4,35        | (4) |
| Sidérose. ....       | 3,83 à 3,88 | (1) |
| Smithsonite. ....    | 4,30 à 4,45 | (1) |
| Strontianite. ....   | 3,60 à 3,71 | (2) |
| Withérite. ....      | 4,28        | (1) |
| Zinconise. ....      | 3,60        | (5) |

**Chlorures**

|                  |             |      |
|------------------|-------------|------|
| Atacamite. ....  | 3,70        | (6)  |
| Calomel. ....    | 6,48        | (7)  |
| Cérargyre. ....  | 5,31 à 5,43 | (8)  |
| Matlockite. .... | 7,21        | (9)  |
| Mendipite. ....  | 7,00 à 7,10 | (10) |
| Phosgénite. .... | 6,00 à 6,10 | (6)  |
| Sel gemme. ....  | 3,26        | (2)  |
| Sylvine. ....    | 1,90 à 2,00 | (2)  |

**Chromates**

|                    |             |      |
|--------------------|-------------|------|
| Crocoïse. ....     | 5,90 à 6,10 | (10) |
| Sidérochrome. .... | 4,32 à 4,50 | (2)  |

**Fluorures**

|                  |      |      |
|------------------|------|------|
| Cryolite. ....   | 2,96 | (1)  |
| Fluocérise. .... | 4,70 | (10) |

(1) Damour. (2) Dana. (3) Kobell. (4) Bunsen. (5) Smithson. (6) Breithaupt. (7) Haldinger. (8) Domeyko. (9) Rammelsberg. (10) Berzelius.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|                  |             |     |
|------------------|-------------|-----|
| Fluorine.....    | 3,14 à 3,19 | (1) |
| Yttrocérîte..... | 3,45        | (2) |

**Iodures**

|                    |      |     |
|--------------------|------|-----|
| Iodite.....        | 5,67 | (1) |
| Plombo-iodite..... | 5,70 | (3) |

**Molybdates**

|               |      |     |
|---------------|------|-----|
| Mélinose..... | 6,95 | (4) |
|---------------|------|-----|

**Niobates**

|                  |             |     |
|------------------|-------------|-----|
| Euxénite.....    | 4,61 à 4,76 | (5) |
| Fergusonite..... | 5,84        | (6) |
| Niobite.....     | 5,60 à 6,00 | (7) |
| Pyrochlore.....  | 4,32        | (8) |
| Samarskite.....  | 5,54        | (7) |

**Nitrates**

|                |      |      |
|----------------|------|------|
| Nitratine..... | 2,29 | (9)  |
| Nitre.....     | 1,94 | (10) |

**Phosphates**

|                  |             |      |
|------------------|-------------|------|
| Apatite.....     | 3,23        | (8)  |
| Autunite.....    | 3,57        | (7)  |
| Chalcolite.....  | 3,62        | (7)  |
| Childrénite..... | 3,25        | (11) |
| Dihydrate.....   | 4,00 à 4,40 | (10) |
| Dufrénite.....   | 3,20 à 3,40 | (12) |

(1) Koenig. (2) Berzélius. (3) Domeyko. (4) Smith. (5) Scheerer.  
 (6) Allan. (7) Damour. (8) G. Rose. (9) Hayer. (10) Dana. (11) Rammeis-  
 berg. (12) Karsten.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| Hétérosite .....        | 3,39 à 3,52 (1) |
| Hureaulite .....        | 3,18 à 3,20 (2) |
| Klaprothine .....       | 3,06 (3)        |
| Libéthénite.....        | 3,60 à 3,80 (4) |
| Monazite.....           | 5,00 à 5,09 (2) |
| Plomb gomme.....        | 3,50 à 3,53 (2) |
| Pyromorphite .....      | 6,59 à 7,05 (4) |
| Triphylline.....        | 3,56 (5)        |
| Triplite .....          | 3,37 à 3,80 (2) |
| Turquoise de Perse..... | 2,52 à 2,80 (3) |
| Vivianite.....          | 2,72 (6)        |
| Wagnérite.....          | 2,98 à 3,07 (5) |
| Wawellite .....         | 2,36 (7)        |
| Xénotime .....          | 4,54 (12)       |

**Séléniures**

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Clausthalie ..... | 7,70 (8)         |
| Eucairite .....   | 7,48 à 7,51 (9)  |
| Naumannite .....  | 8,00 (10)        |
| Onofrite .....    | 7,10 à 7,37 (11) |

**Silicates anhydres**

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| Achmite.....               | 3,25 (3)        |
| Ægirine.. .....            | 3,44 (2)        |
| Allanite .....             | 3,78 (2)        |
| Amphibole { Actinote ..... | 3,04 à 3,09 (2) |
| { Arfwedsonite.....        | 3,43 à 3,59 (2) |

(1) Dufrenoy. (2) Damour. (3) Fuchs. (4) Dana. (5) Ersten. (6) Struve.  
 (7) Haidinger. (8) Stromeyer. (9) Nordenskiöld. (10) G. Rose. (11) H.  
 Rose. (12) Smith.



## DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)

|                    |                    |             |                  |
|--------------------|--------------------|-------------|------------------|
| Amphibole          | { Hornblende.....  | 3,05 à 3,42 | ( <sup>2</sup> ) |
|                    | { Trémolite.....   | 2,93 à 3,20 | ( <sup>2</sup> ) |
| Amphigène.....     |                    | 2,48        | ( <sup>3</sup> ) |
| Andalousite.....   |                    | 3,14 à 3,16 | ( <sup>1</sup> ) |
| Anthophyllite..... |                    | 3,13        | ( <sup>1</sup> ) |
| Cancrinite.....    |                    | 2,46        | ( <sup>4</sup> ) |
| Cérine.....        |                    | 3,77 à 3,80 | ( <sup>2</sup> ) |
| Cordiérite.....    |                    | 2,55 à 2,59 | ( <sup>2</sup> ) |
| Diallage.....      |                    | 3,26 à 3,34 | ( <sup>1</sup> ) |
| Disthène.....      |                    | 3,67        | ( <sup>1</sup> ) |
| Émeraude.....      |                    | 2,67 à 2,75 | ( <sup>1</sup> ) |
| Enstatite.....     |                    | 3,30        | ( <sup>1</sup> ) |
| Epidote            | { Thallite.....    | 3,46        | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Piémontite.....  | 3,57        | ( <sup>1</sup> ) |
| Eudialyte.....     |                    | 2,88 à 2,90 | ( <sup>1</sup> ) |
| Feldspath          | { Orthose.....     | 2,50 à 2,59 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Microcline.....  | 2,54 à 2,58 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Albite.....      | 2,60 à 2,62 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Oligoclase.....  | 2,61 à 2,64 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Andésine.....    | 2,67 à 2,68 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Labradorite..... | 2,70 à 2,72 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Anorthite.....   | 2,75        | ( <sup>1</sup> ) |
| Fibrolite.....     |                    | 3,19 à 3,21 | ( <sup>1</sup> ) |
| Gadolinite.....    |                    | 4,23 à 4,33 | ( <sup>1</sup> ) |
| Gehlénite.....     |                    | 2,90 à 3,01 | ( <sup>2</sup> ) |
| Grenat             | { Almandine.....   | 3,92 à 4,20 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Grossulaire..... | 3,54 à 3,62 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Mélanite.....    | 3,83        | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Ouwarowite.....  | 3,42 à 3,51 | ( <sup>3</sup> ) |
|                    | { Pyrope.....      | 3,66 à 3,75 | ( <sup>1</sup> ) |
|                    | { Spessartine..... | 4,16 à 4,20 | ( <sup>1</sup> ) |
| Haüyne.....        |                    | 2,49        | ( <sup>1</sup> ) |
| Helvine.....       |                    | 3,16 à 3,17 | ( <sup>4</sup> ) |
| Humboldtite.....   |                    | 2,94 à 3,00 | ( <sup>1</sup> ) |
| Hypersthène.....   |                    | 3,36 à 3,42 | ( <sup>1</sup> ) |

(1) Damour. (2) Des Cloizeaux. (3) Erdmann. (4) Gmelin.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|                    |                   |      |     |
|--------------------|-------------------|------|-----|
| Idocrase.....      | 3,29 à 3,43       | (1)  |     |
| Ilvaïte.....       | 3,95 à 4,02       | (1)  |     |
| Jade néphrite..... | 2,96 à 3,06       | (1)  |     |
| Jadéite.....       | 3,28 à 3,35       | (1)  |     |
| Lapis-lazuli.....  | 2,50 à 3,04       | (1)  |     |
| Néphéline.....     | 2,56 à 2,64       | (2)  |     |
| Obsidienne.....    | 2,30 à 2,54       | (1)  |     |
| Péridot.....       | 3,33 à 3,41       | (1)  |     |
| Pétalite.....      | 2,40 à 2,58       | (1)  |     |
| Phénacite.....     | 2,96              | (1)  |     |
| Pollux.....        | 2,90              | (3)  |     |
| Pyroxène {         | Diopside.....     | 3,32 | (1) |
|                    | Augite.....       | 3,30 | (1) |
|                    | Hedenbergite..... | 3,50 | (4) |
| Rhodonite.....     | 3,64              | (1)  |     |
| Saphirine.....     | 3,47              | (1)  |     |
| Saussurite.....    | 3,38 à 3,42       | (1)  |     |
| Sillimanite.....   | 3,24              | (1)  |     |
| Staurotide.....    | 3,73              | (1)  |     |
| Triphane.....      | 3,14 à 3,18       | (1)  |     |
| Wernérite {        | Dipyre.....       | 2,65 | (1) |
|                    | Meionite.....     | 2,73 | (1) |
|                    | Paranthine.....   | 2,68 | (1) |
| Willémite.....     | 4,01              | (4)  |     |
| Wollastonite.....  | 2,80 à 2,90       | (4)  |     |
| Zircon.....        | 4,04 à 4,67       | (1)  |     |
| Zoïzite.....       | 3,12 à 3,32       | (1)  |     |

**Silicates hydratés**

|                   |             |     |
|-------------------|-------------|-----|
| Agalmatolite..... | 2,13 à 2,59 | (1) |
| Allophane..       | 1,85 à 2,02 | (4) |
| Analcime.....     | 2,25        | (1) |
| Apophyllite..     | 2,35 à 2,40 | (1) |

(1) Damour. (2) Erdmann. (3) Pisani. (4) Des Cloizeaux.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|                    |             |     |
|--------------------|-------------|-----|
| Brewstérite .....  | 2,45        | (1) |
| Calamine .....     | 3,35 à 3,50 | (2) |
| Carpholite .....   | 2,93        | (2) |
| Cérérite .....     | 5,01        | (1) |
| Chabasie .....     | 2,09        | (1) |
| Chrysocolle .....  | 2,00 à 2,20 | (1) |
| Clinochlore .....  | 2,65 à 2,78 | (2) |
| Cronstedtite ..... | 3,35        | (1) |
| Damourite .....    | 2,79        | (3) |
| Diopase .....      | 3,28        | (2) |
| Epistilbite .....  | 2,25        | (2) |
| Euclase .....      | 3,08        | (1) |
| Faujasite .....    | 1,92        | (1) |
| Gismondine .....   | 2,26 à 2,27 | (4) |
| Gmélinite .....    | 2,07        | (1) |
| Halloysite .....   | 1,92 à 2,12 | (2) |
| Harmotome .....    | 2,43        | (1) |
| Heulandite .....   | 2,20        | (1) |
| Hisingérite .....  | 3,04        | (5) |
| Laumonite .....    | 2,28 à 2,41 | (2) |
| Lévyne .....       | 2,21        | (1) |
| Magnésite .....    | 1,20 à 1,60 | (1) |
| Malacon .....      | 3,96 à 4,05 | (1) |
| Mésotype .....     | 2,24        | (1) |
| Okénite .....      | 2,28        | (1) |
| Orthite .....      | 3,41 à 3,65 | (2) |
| Pectolite .....    | 2,74 à 2,88 | (2) |
| Pennine .....      | 2,66        | (2) |
| Prehnite .....     | 2,91 à 2,95 | (1) |
| Pyrophyllite ..... | 2,78        | (2) |
| Scolésite .....    | 2,26        | (1) |
| Stilbite .....     | 2,16        | (1) |

(1) Damour. (2) Des Cloizeaux. (3) Delesse. (4) Marignac. (5) Berzélius.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|                 |             |     |
|-----------------|-------------|-----|
| Talc.....       | 2,71        | (1) |
| Thomsonite..... | 2,38        | (1) |
| Thorite.....    | 4,19 à 5,22 | (1) |
| Tritomite.....  | 4,16 à 4,66 | (3) |

**Silicio-borates**

|                 |             |     |
|-----------------|-------------|-----|
| Axinite.....    | 3,29        | (1) |
| Botryolite..... | 2,88 à 2,90 | (4) |
| Danburite.....  | 2,97        | (3) |
| Datholite.....  | 2,79 à 2,99 | (1) |
| Homilite.....   | 3,34        | (1) |
| Tourmaline..... | 3,04 à 3,20 | (4) |

**Silicio-chlorures**

|                  |             |     |
|------------------|-------------|-----|
| Pyrosmalite..... | 3,08        | (2) |
| Sodalite.....    | 2,38 à 2,42 | (1) |

**Silicio-fluorures**

|                  |             |     |
|------------------|-------------|-----|
| Chondrodite..... | 2,20        | (6) |
| Leucophane.....  | 2,97        | (7) |
| Mélinophane..... | 3,00        | (8) |
| Mica.....        | 2,71 à 3,13 | (2) |
| Topaze.....      | 3,51 à 3,58 | (1) |

**Silicio-niobates**

|                |      |     |
|----------------|------|-----|
| Wöhlerite..... | 3,41 | (8) |
|----------------|------|-----|

**Silicio-titanates**

|                    |             |     |
|--------------------|-------------|-----|
| Mosandrite.....    | 3,02        | (1) |
| Sphène.....        | 3,51        | (1) |
| Tscheffkinite..... | 4,51 à 4,55 | (9) |
| Yttrotitanite..... | 3,53 à 3,73 | (2) |

(1) Damour. (2) Des Cloizeaux. (3) Bertin. (4) Rammelsberg.  
 (5) Brush. (6) Haidinger. (7) Esmark. (8) Scheerer. (9) H. Rose.

# DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)

## Sulfates

|                      |             |      |
|----------------------|-------------|------|
| Alun potassique..... | 1,90        | (2)  |
| Anglésite.....       | 6,26 à 6,30 | (12) |
| Anhydrite.....       | 2,90 à 2,96 | (3)  |
| Barytine.....        | 4,48 à 4,72 | (4)  |
| Célestine.....       | 3,92 à 3,96 | (5)  |
| Cyanose.....         | 2,21        | (3)  |
| Epsomite.....        | 1,75        | (3)  |
| Glaubérite.....      | 2,64 à 2,85 | (3)  |
| Gypse.....           | 2,33        | (6)  |
| Lanarkite.....       | 6,80        | (7)  |
| Mélanterite.....     | 1,83        | (3)  |
| Thénardite.....      | 2,73        | (8)  |
| Webstérite.....      | 1,66        | (9)  |

## Sulfures

|                   |             |      |
|-------------------|-------------|------|
| Alabandine.....   | 4,04        | (1)  |
| Argyrose.....     | 7,24        | (1)  |
| Bismuthine.....   | 6,40        | (10) |
| Blende.....       | 4,09        | (1)  |
| Chalcosine.....   | 5,78        | (1)  |
| Chalcopyrite..... | 4,17        | (1)  |
| Cinabre.....      | 8,12 à 8,20 | (1)  |
| Enargite.....     | 4,36 à 4,47 | (9)  |
| Galène.....       | 7,26 à 7,60 | (1)  |
| Greenockite.....  | 4,99        | (11) |
| Hauérite.....     | 3,46        | (12) |
| Koboldine.....    | 5,80        |      |
| Laurite.....      | 6,99        | (13) |
| Millérite.....    | 5,65        | (14) |
| Molybdénite.....  | 4,94        | (1)  |

(1) Damour. (2) Naumann. (3) Dana. (4) G. Rose. (5) Beudant.  
 (6) Dufrénoy. (7) Pisani. (8) Karsten. (9) Stromeyer. (10) Schöerer.  
 (11) Breithaupt. (12) Hauer. (13) Woehler. (14) Rammeisberg.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (suite)**

|                                 |             |     |
|---------------------------------|-------------|-----|
| Orpiment .....                  | 3,48        | (2) |
| Philipsite .....                | 5,05        | (3) |
| Pyrite .....                    | 4,85 à 5,04 | (1) |
| Pyrite blanche (Sperkise) ..... | 4,77 à 4,86 | (1) |
| Pyrrhotine .....                | 4,62        | (1) |
| Réalgar .....                   | 3,64        | (4) |
| Sperkise (Pyrite blanche) ..... | 4,77 à 4,86 | (1) |
| Stannine .....                  | 4,47        | (1) |
| Stibine .....                   | 4,62        | (5) |

**Sulfo-antimoniures**

|                      |             |     |
|----------------------|-------------|-----|
| Bournonite .....     | 5,75 à 5,83 | (1) |
| Freieslebenite ..... | 5,92        | (1) |
| Jamesonite .....     | 5,61        | (1) |
| Miargyrite .....     | 5,20 à 5,40 | (6) |
| Panabase .....       | 4,62 à 4,93 | (1) |
| Polybasite .....     | 6,21        | (6) |
| Psaturose .....      | 6,27        | (1) |
| Pyrargyrite .....    | 5,86        | (3) |
| Ullmannite .....     | 6,45 à 6,50 | (1) |
| Zinkénite .....      | 5,35        | (1) |

**Sulfo-arséniures**

|                    |             |     |
|--------------------|-------------|-----|
| Cobaltine .....    | 6,26 à 6,37 | (1) |
| Disomose .....     | 6,09        | (6) |
| Dufrénoysite ..... | 5,55        | (3) |
| Enargite .....     | 4,36        | (1) |
| Mispickel .....    | 5,22 à 6,07 | (1) |
| Proustite .....    | 5,50        | (1) |
| Tennantite .....   | 4,74        | (1) |

**Sulfo-tellures**

|                             |             |     |
|-----------------------------|-------------|-----|
| Elasmose (Blattererz) ..... | 6,68 à 7,20 | (8) |
| Joséite .....               | 7,91 à 8,71 | (1) |
| Tétradymite .....           | 7,41        | (1) |

(1) Damour. (2) Haidinger. (3) Dana. (4) Dufrénoy. (5) Mohs. (6) G. Rose. (7) Plattner. (8) Folbert.

**DENSITÉS DES MINÉRAUX (fin)**

|                               |             |                   |
|-------------------------------|-------------|-------------------|
| <b>Tantalates</b>             |             |                   |
| Tantalite.....                | 7,65        | ( <sup>1</sup> )  |
| Yttrotantale.....             | 5,88        | ( <sup>2</sup> )  |
| <b>Tellurures</b>             |             |                   |
| Altaïte.....                  | 8,16        | ( <sup>3</sup> )  |
| Bornine.....                  | 7,55        | ( <sup>1</sup> )  |
| Hessite.....                  | 8,30 à 8,90 | ( <sup>3</sup> )  |
| Petzite.....                  | 8,83        | ( <sup>4</sup> )  |
| Mullérine.....                | 8,33        | ( <sup>4</sup> )  |
| Sylvanite.....                | 8,28        | ( <sup>4</sup> )  |
| <b>Titanates</b>              |             |                   |
| Æschynite.....                | 4,90 à 5,14 | ( <sup>5</sup> )  |
| Chrichtonite.....             | 4,73        | ( <sup>6</sup> )  |
| Ilménite.....                 | 4,89        | ( <sup>7</sup> )  |
| Pérowskite.....               | 4,04        | ( <sup>1</sup> )  |
| Polymignite.....              | 4,77 à 4,85 | ( <sup>5</sup> )  |
| <b>Tungstates</b>             |             |                   |
| Schëelite.....                | 6,07        | ( <sup>8</sup> )  |
| Schëeliline.....              | 7,90 à 8,13 | ( <sup>9</sup> )  |
| Wolfram.....                  | 7,14 à 7,36 | ( <sup>1</sup> )  |
| <b>Vanadates</b>              |             |                   |
| Déchénite.....                | 5,81        | ( <sup>10</sup> ) |
| Descloizite.....              | 5,84        | ( <sup>1</sup> )  |
| Vanadinile.....               | 6,66 à 7,23 | ( <sup>11</sup> ) |
| <b>Combustibles minéraux</b>  |             |                   |
| Anthracite.....               | 1,34 à 1,46 | ( <sup>12</sup> ) |
| Bitumes (asphalte, etc.)..... | 0,83 à 1,16 | ( <sup>12</sup> ) |
| Houille.....                  | 1,28 à 1,36 | ( <sup>12</sup> ) |
| Lignites.....                 | 1,10 à 1,35 | ( <sup>12</sup> ) |

(<sup>1</sup>) Damour. (<sup>2</sup>) Ekeberg. (<sup>3</sup>) G. Rose. (<sup>4</sup>) Petz. (<sup>5</sup>) Berzélius.  
 (<sup>6</sup>) Marignac. (<sup>7</sup>) Breithaupt. (<sup>8</sup>) Haidinger. (<sup>9</sup>) Kerndt. (<sup>10</sup>) Bergmann.  
 (<sup>11</sup>) Dana. (<sup>12</sup>) Regnault.

# DENSITÉS DE PIERRES

employées dans la joaillerie,

Par M. DAMOUR.

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| Agate.....                          | 2,53 à 2,62 |
| Aigue-marine (béryl).....           | 2,67 à 2,71 |
| Alexandrite (cymophane).....        | 3,70 à 3,74 |
| Ambre (succin).....                 | 1,06 à 1,21 |
| Améthyste orientale (corindon)..... | 4,00        |
| » (quartz violet).....              | 2,65 à 2,66 |
| Andalousite.....                    | 3,16        |
| Astérie (corindon).....             | 4,00        |
| Aventurine { Oligoclase.....        | 2,67        |
| Orthose.....                        | 2,56        |
| Quartz.....                         | 2,65        |
| Béryl.....                          | 2,67 à 2,71 |
| Calcédoine.....                     | 2,53 à 2,62 |
| Chrysobéryl (cymophane).....        | 3,70 à 3,74 |
| Chrysolithe (cymophane).....        | 3,70 à 3,74 |
| Chrysoprase.....                    | 2,53 à 2,62 |
| Corindon.....                       | 4,00        |
| Cornaline.....                      | 2,58 à 2,60 |
| Cristal de roche (quartz).....      | 2,65        |
| Cyanite (disthène bleu).....        | 3,67        |
| Diamant.....                        | 3,52 à 3,53 |
| Émeraude.....                       | 2,69 à 2,74 |
| Euclase.....                        | 3,08        |
| Girasol { Quartz.....               | 2,65        |
| Silice hydratée.....                | 2,05 à 2,10 |
| Grenat pyrope.....                  | 3,66 à 3,75 |
| » spessartine.....                  | 4,16 à 4,20 |
| » syrien (almandin).....            | 3,81 à 4,20 |
| » vert, de la Sibérie.....          | 3,84        |
| Héliotrope (jaspe agate).....       | 2,54 à 2,62 |
| Hyacinthe (grenat essonite).....    | 3,63        |
| » (zircon).....                     | 4,60 à 4,67 |
| Hyperstène.....                     | 3,37 à 3,42 |
| Idocrase.....                       | 3,37 à 3,39 |
| Iris (quartz irisé).....            | 2,65        |



# **DENSITÉS DE PIERRES**

## **employées dans la joaillerie (suite)**

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| Jade (néphrite).....                | 2,96 à 3,06 |
| Jadéite.....                        | 3,32 à 3,34 |
| Jargon (zircon).....                | 4,04 à 4,67 |
| Jaspe.....                          | 2,52 à 2,76 |
| Jayet ou jais (lignite).....        | 1,30 à 1,32 |
| Labrador { Labradorite.....         | 2,72        |
| { Orthose.....                      | 2,57        |
| Lapis lazuli (lazulite).....        | 2,50 à 3,04 |
| Lépidolite.....                     | 2,50 à 2,55 |
| Lumachelle opaline.....             | 2,60 à 2,72 |
| Malachite.....                      | 3,92 à 4,00 |
| Marcassite.....                     | 5,00 à 5,02 |
| Obsidienne.....                     | 2,36        |
| Oeil de chat (cymophane).....       | 3,70 à 3,74 |
| » (quartz fibreux).....             | 2,64 à 2,67 |
| Olivine (grenat vert).....          | 3,84 à 3,90 |
| » (péridot).....                    | 3,33 à 3,45 |
| Onyx (calcédoine).....              | 2,62        |
| Opale de feu du Mexique.....        | 2,07 à 2,09 |
| Opale noble { de Hongrie.....       | 2,08 à 2,09 |
| { du Mexique.....                   | 2,03        |
| Péridot (olivine).....              | 3,33 à 3,45 |
| Pierre des Amazones (microcline)... | 2,57 à 2,59 |
| Pierre de Lune (orthose).....       | 2,59        |
| Pierre du Soleil. { Oligoclase..    | 2,65        |
| { Orthose.....                      | 2,56        |
| Plasma (agate).....                 | 2,53 à 2,61 |
| Prase (quartz vert).....            | 2,65 à 2,67 |
| Prehnite.....                       | 2,63 à 2,65 |
| Rubis balais (spinnelle).....       | 3,55 à 3,74 |
| » de Sibérie (tourmaline).....      | 3,04 à 3,06 |
| » de Silésie (quartz rose).....     | 2,65        |
| » du Brésil (topaze rose) ..        | 3,51 à 3,53 |
| » oriental (corindon).....          | 4,00        |
| Saphir d'eau (cordiérite).....      | 2,58        |
| » oriental (corindon).....          | 4,00        |

## DENSITÉS DE PIERRES

employées dans la joaillerie (fin)

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Saphirine (calcédoine bleue). . . . . | 2,60        |
| Sardoine. . . . .                     | 2,59        |
| Spath satiné (calcaire). . . . .      | 2,73        |
| Spinelle. . . . .                     | 3,55 à 3,74 |
| » zincifère (gahnite). . . . .        | 4,10 à 4,56 |
| Topaze d'Espagne (quartz). . . . .    | 2,65        |
| » du Brésil (topaze). . . . .         | 3,51 à 3,57 |
| » orientale (corindon). . . . .       | 4,00        |
| Tourmaline. . . . .                   | 3,03 à 3,13 |
| Turquoise orientale. . . . .          | 2,52 à 2,82 |
| » osseuse. . . . .                    | 3,06 à 3,12 |
| Vermelle (grenat Pyrope) . . . . .    | 3,66 à 3,75 |
| Zircon. . . . .                       | 4,04 à 4,67 |

**DENSITÉS DE ROCHES DIVERSES,**  
**employées pour les constructions, l'ornement**  
**et la statuaire, par M. DAMOUR.**

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Albâtre calcaire.....                 | 2,69 à 2,78 |
| » gypseux.....                        | 2,26 à 2,32 |
| Anhydrite.....                        | 2,94 à 2,96 |
| Ardoise (schiste).....                | 2,64 à 2,90 |
| Basalte.....                          | 2,78 à 3,10 |
| Calcaire lithographique.....          | 2,67 à 2,70 |
| Calcaire grossier (en morceaux).....  | 1,94 à 2,06 |
| » (en poudre).....                    | 2,60 à 2,68 |
| Diorite.....                          | 2,80 à 3,10 |
| Dolérite.....                         | 2,80 à 2,90 |
| Fluorine.....                         | 3,14 à 3,19 |
| Granite.....                          | 2,63 à 2,75 |
| Grès bigarré des Vosges (en morceaux) | 2,19 à 2,25 |
| » (en poudre).....                    | 2,62 à 2,65 |
| Grès quartzeux.....                   | 2,55 à 2,65 |
| Gypse (pierre à plâtre) en morceaux.  | 2,17 à 2,20 |
| Kersanton.....                        | 2,75 à 2,78 |
| Marbres calcaires.....                | 2,65 à 2,74 |
| Marbres magnésiens (dolomie).....     | 2,82 à 2,85 |
| Pétrosilex.....                       | 2,55 à 2,77 |
| Pierre ollaire.....                   | 2,55 à 2,60 |
| Porphyre.....                         | 2,61 à 2,94 |
| Quartzite.....                        | 2,65        |
| Serpentine.....                       | 2,49 à 2,66 |
| Syénite.....                          | 2,63 à 2,73 |
| Trachyte.....                         | 2,70 à 2,80 |

# DENSITÉS DE SUBSTANCES DIVERSES

## COMPOSÉS MÉTALLIQUES

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| Acier doux.....              | 7,833       |
| » fondu étiré.....           | 7,717       |
| » forgé.....                 | 7,840       |
| » trempé.....                | 7,816       |
| » Wootz.....                 | 7,665       |
| Argent 90, Cuivre 10.....    | 10,121      |
| Bronze antique.....          | 8,45 à 9,20 |
| » des canons.....            | 8,44 à 9,24 |
| » des tam-tam.....           | 8,813       |
| » trempé.....                | 8,686       |
| Cuivre 90, Aluminium 10..... | 7,700       |
| Cuivre et zinc (laiton)..... | 7,30 à 8,65 |
| Fonte blanche.....           | 7,44 à 7,84 |
| » grise.....                 | 6,79 à 7,05 |
| Maillechort.....             | 8,615       |

## VERRES ET PORCELAINES

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| Cristal.....                | 3,330       |
| Crown ordinaire.....        | 2,447       |
| » de Clichy.....            | 2,657       |
| Email égyptien antique..... | 2,25 à 2,64 |
| Flint de Faraday.....       | 4,358       |
| » de Guinand.....           | 3,589       |
| » lourd.....                | 4,056       |
| Porcelaine de Chine.....    | 2,384       |
| » de Saxe.....              | 2,493       |
| » de Sèvres.....            | 2,242       |
| Strass.....                 | 3,37 à 4,11 |
| Verre à bouteilles.....     | 2,64 à 2,70 |
| » à glaces.....             | 2,463       |
| » à vitres.....             | 2,527       |
| » antique de Pompeï.....    | 2,490       |

# DENSITÉS DE SUBSTANCES DIVERSES

(suite et fin).

## BOIS

|                       |             |               |             |
|-----------------------|-------------|---------------|-------------|
| Acajou.....           | 0,56 à 0,85 | Noyer.....    | 0,68 à 0,92 |
| Bois de fer.....      | 1,02 à 1,09 | Olivier.....  | 0,68        |
| Buis de France.....   | 0,91        | Orme.....     | 0,55 à 0,76 |
| Buis de Hollande..... | 1,32        | Peuplier..... | 0,39 à 0,51 |
| Cèdre du Liban.....   | 0,49 à 0,66 | Pin.....      | 0,55 à 0,74 |
| Chêne.....            | 0,61 à 1,17 | Platane.....  | 0,65        |
| Ébène.....            | 1,12 à 1,21 | Poirier.....  | 0,73        |
| Ecorce de liège.....  | 0,24        | Pommier.....  | 0,73        |
| Frêne.....            | 0,70 à 0,84 | Prunier.....  | 0,87        |
| Grenadier.....        | 1,35        | Sapin.....    | 0,49 à 0,66 |
| Hêtre.....            | 0,66 à 0,82 | Tilleul.....  | 0,60        |
| If.....               | 0,80        |               |             |

## SUBSTANCES DIVERSES DU RÈGNE VÉGÉTAL

|                  |      |                   |             |
|------------------|------|-------------------|-------------|
| Amidon.....      | 1,53 | Lin.....          | 1,79        |
| Caoutchouc.....  | 0,99 | Résine copal..... | 1,05        |
| Coton.....       | 1,95 | Succin.....       | 1,06 à 1,11 |
| Gutta-percha.... | 0,97 |                   |             |

## SUBSTANCES DIVERSES DU RÈGNE ANIMAL

|                              |      |                           |             |
|------------------------------|------|---------------------------|-------------|
| Blanc de baleine.....        | 0,94 | Graisse de porc.....      | 0,94        |
| Cire.....                    | 0,96 | Ivoire.....               | 1,93        |
| Corail.....                  | 2,69 | Laine.....                | 1,61        |
| Corne.....                   | 1,31 | Os.....                   | 1,80 à 2,00 |
| Corps humain<br>(moyenne) .. | 1,07 | Perles.....               | 2,68 à 2,75 |
| Graisse de mouton.....       | 0,92 | Nacre de perles.....      | 2,74 à 2,78 |
|                              |      | Soie <sup>(1)</sup> ..... | 1,33 à 1,34 |

(<sup>1</sup>) La teinture accroit la densité jusqu'à 2,60.

**DENSITÉS DE QUELQUES COMPOSÉS**

obtenus par M. MOISSAN.

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| Borure de carbone.....               | 2,51  |
| Borure de fer.....                   | 7,15  |
| Carbure d'aluminium cristallisé..... | 2,36  |
| Carbure de baryum.....               | 3,75  |
| Carbure de calcium.....              | 2,22  |
| Carbure de chrome.....               | 6,45  |
| » $\text{Cr}^2\text{C}^4$ .....      | 6,75  |
| Carbure de molybdène.....            | 8,90  |
| Carbure de strontiane.....           | 3,19  |
| Carbure de titane.....               | 4,25  |
| Chaux cristallisée.....              | 3,29  |
| Iodure de bore.....                  | 3,30  |
| Magnésie fondue.....                 | 3,65  |
| Pentasulfure de bore.....            | 1,85  |
| Proto-iodure de carbone.....         | 4,38  |
| Siliciure de carbone.....            | 3,12  |
| Trisulfure de bore.....              | 1,55  |
| Carbure de cérium.....               | 5,23  |
| Carbure de lanthane.....             | 5,02  |
| Carbure de lithium.....              | 1,65  |
| Carbure de manganèse.....            | 6,89  |
| Carbure de thorium.....              | 8,96  |
| Carbure de tungstène.....            | 16,06 |
| Carbure d'uranium.....               | 11,28 |
| Carbure de vanadium.....             | 5,36  |
| Carbure d'yttrium.....               | 4,13  |

**DENSITÉS DE QUELQUES LIQUIDES,**  
celle de l'eau à 4 degrés étant prise pour unité.

|                                |                                       |         |               |
|--------------------------------|---------------------------------------|---------|---------------|
| Brome.....                     |                                       | 2,966   |               |
| Mercure à 0°                   | } Voir<br>le Tableau<br>de la p. 341. | 13,5958 | à 13,5960 (1) |
| » 0°                           |                                       | 13,5952 | à 13,5954 (2) |
| » + 20°                        |                                       | 13,5463 |               |
| » — 38°,85 (liquide)...        |                                       | 13,6902 | (3)           |
| » — 38°,85 (solide)....        |                                       | 14,193  | (4)           |
| » — 40° (solide)....           |                                       | 14,39   | (5)           |
| » — 188° (solide)....          |                                       | 14,383  | (6)           |
| Acide sulfurique hydraté....   |                                       | 1,848   |               |
| Acide azotique fumant.....     |                                       | 1,52    |               |
| Acide azotique quadrihydraté.  |                                       | 1,42    |               |
| Acide hypo-azotique.....       |                                       | 1,451   |               |
| Acide chlorhydrique hydraté.   |                                       | 1,208   |               |
| Sulfure de carbone.....        |                                       | 1,263   |               |
| Benzine.....                   |                                       | 0,89    |               |
| Essence de térébenthine.....   |                                       | 0,864   |               |
| Essence de citron.....         |                                       | 0,847   |               |
| Essence d'amandes amères...    |                                       | 1,050   |               |
| Alcool absolu.....             |                                       | 0,795   |               |
| Mercaptan.....                 |                                       | 0,842   |               |
| Aldéhyde.....                  |                                       | 0,795   |               |
| Éther.....                     |                                       | 0,730   |               |
| Éther formique.....            |                                       | 0,915   |               |
| Éther acétique.....            |                                       | 0,890   |               |
| Éther benzoïque.....           |                                       | 1,052   |               |
| Éther oxalique.....            |                                       | 1,093   |               |
| Esprit de bois.....            |                                       | 0,801   |               |
| Huile de pommes de terre...    |                                       | 0,818   |               |
| Liqueur des Hollandais.....    |                                       | 1,280   |               |
| Acide cyanhydrique.....        |                                       | 0,697   |               |
| Acide formique.....            |                                       | 1,22    |               |
| Acide acétique monohydraté..   |                                       | 1,063   |               |
| Eau de la mer (en moyenne).    |                                       | 1,026   |               |
| Lait (valeur moyenne).....     |                                       | 1,03    |               |
| Vin (valeur moyenne).....      |                                       | 0,99    |               |
| Huile d'olive (valeur moyenne) |                                       | 0,915   |               |

(1) Regnault. (2) Volkmann. (3) Vicentini et Omodéi. (4) Mallet.  
(5) Rivot. (6) Dewar.

**DENSITÉ ET VOLUME DE L'EAU AUX DIVERSES TEMPÉRATURES;  
d'après M. Rossetti.**

| TEMPÉ-<br>RATURE | DENSITÉ  | VOLUME   | TEMPÉ-<br>RATURE | DENSITÉ  | VOLUME   |
|------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|
| — 0              |          |          | 0                |          |          |
| — 10             | 0,998145 | 1,001858 | 26               | 0,996866 | 1,003144 |
| 9                | 0,998427 | 1,001575 | 27               | 0,996603 | 1,003408 |
| 8                | 0,998685 | 1,001317 | 28               | 0,996331 | 1,003682 |
| 7                | 0,998911 | 1,001089 | 29               | 0,996051 | 1,003965 |
| 6                | 0,999118 | 1,000883 | 30               | 0,995765 | 1,004253 |
| 5                | 0,999298 | 1,000702 | 31               | 0,99547  | 1,00455  |
| 4                | 0,999455 | 1,000545 | 32               | 0,99517  | 1,00486  |
| 3                | 0,999590 | 1,000410 | 33               | 0,99485  | 1,00518  |
| 2                | 0,999703 | 1,000297 | 34               | 0,99452  | 1,00551  |
| — 1              | 0,999797 | 1,000203 | 35               | 0,99418  | 1,00586  |
| 0                | 0,999871 | 1,000129 | 36               | 0,99383  | 1,00621  |
| + 1              | 0,999928 | 1,000072 | 37               | 0,99347  | 1,00657  |
| 2                | 0,999969 | 1,000031 | 38               | 0,99310  | 1,00694  |
| 3                | 0,999991 | 1,000009 | 39               | 0,99273  | 1,00732  |
| 4                | 1,000000 | 1,000000 | 40               | 0,99235  | 1,00770  |
| 5                | 0,999990 | 1,000010 | 41               | 0,99197  | 1,00809  |
| 6                | 0,999970 | 1,000030 | 42               | 0,99158  | 1,00849  |
| 7                | 0,999933 | 1,000067 | 43               | 0,99118  | 1,00889  |
| 8                | 0,999886 | 1,000114 | 44               | 0,99078  | 1,00929  |
| 9                | 0,999824 | 1,000176 | 45               | 0,99037  | 1,00971  |
| 10               | 0,999747 | 1,000253 | 46               | 0,98996  | 1,01014  |
| 11               | 0,999655 | 1,000345 | 47               | 0,98954  | 1,01057  |
| 12               | 0,999549 | 1,000451 | 48               | 0,98910  | 1,01101  |
| 13               | 0,999430 | 1,000570 | 49               | 0,98865  | 1,01148  |
| 14               | 0,999299 | 1,000701 | 50               | 0,98820  | 1,01195  |
| 15               | 0,999160 | 1,000841 |                  |          |          |
| 16               | 0,999002 | 1,000999 | 55               | 0,98582  | 1,01439  |
| 17               | 0,998841 | 1,001160 | 60               | 0,98338  | 1,01691  |
| 18               | 0,998654 | 1,001348 | 65               | 0,98074  | 1,01964  |
| 19               | 0,998460 | 1,001542 | 70               | 0,97794  | 1,02256  |
| 20               | 0,998259 | 1,001744 | 75               | 0,97498  | 1,02566  |
| 21               | 0,998047 | 1,001957 | 80               | 0,97194  | 1,02887  |
| 22               | 0,997826 | 1,002177 | 85               | 0,96879  | 1,03221  |
| 23               | 0,997601 | 1,002405 | 90               | 0,96556  | 1,03567  |
| 24               | 0,997367 | 1,002641 | 95               | 0,96219  | 1,03931  |
| 25               | 0,997120 | 1,002888 | 100              | 0,95865  | 1,04312  |



# VOLUME DE L'EAU DISTILLÉE

à différentes températures.  $V=1$  pour  $t=4^{\circ}$ .

| TEMPÉ-<br>RATURE   | KOPP<br>1847 | DESPRETZ<br>1839 | IS. PIERRE<br>1845-52 | ROSSETTI<br>1868 | VALEURS<br>moyennes |
|--------------------|--------------|------------------|-----------------------|------------------|---------------------|
| 0                  |              |                  |                       |                  |                     |
| — 4                | »            | 1,000562         | 1,000557              | 1,000516         | 1,000546            |
| — 2                | »            | 1,000308         | 1,000317              | 1,000296         | 1,000308            |
| 0                  | 1,000123     | 1,000137         | 1,000119              | 1,000136         | 1,000130            |
| + 4                | 1,000000     | 1,000000         | 1,000000              | 1,000000         | 1,000000            |
| 10                 | 1,000247     | 1,000268         | 1,000267              | 1,000246         | 1,000260            |
| 14                 | 1,000679     | 1,000715         | 1,000707              | 1,000691         | 1,000706            |
| 20                 | 1,001690     | 1,001790         | 1,001713              | 1,001742         | 1,001746            |
| 32                 | 1,004816     | 1,004940         | 1,004804              | 1,004889         | 1,004874            |
| 40                 | 1,007632     | 1,007730         | 1,007632              | 1,007738         | 1,007695            |
| 50                 | 1,011891     | 1,012050         | 1,011936              | 1,011907         | 1,011941            |
| 60                 | 1,016715     | 1,016980         | 1,017232              | 1,016861         | 1,016919            |
| 70                 | 1,022372     | 1,022550         | 1,023059              | 1,022529         | 1,022555            |
| 80                 | 1,028708     | 1,028850         | 1,029483              | 1,028836         | 1,028869            |
| 90                 | 1,035525     | 1,035660         | 1,036413              | 1,035662         | 1,035675            |
| 100                | 1,043125     | 1,043150         | 1,043773              | 1,043116         | 1,043130            |
| Tempér.<br>du max. | 4°.08        | 4°.00            | 3°.86                 | 4°.04            | 4°.00               |

## DENSITÉ DU MERCURE

| TEMPÉ-<br>RATURE | COEFF. de<br>dilatation<br>moyen | DENSITÉ | TEMPÉ-<br>RATURE | COEFF. de<br>dilatation<br>moyen | DENSITÉ | TEMPÉ-<br>RATURE | COEFF. de<br>dilatation<br>moyen | DENSITÉ |
|------------------|----------------------------------|---------|------------------|----------------------------------|---------|------------------|----------------------------------|---------|
| 0                | 0,000                            | 13,     | 0                | 0,000                            | 13,     | 0                | 0,000                            | 12,     |
| 0                | 18179                            | 5956    | 130              | 18241                            | 2807    | 260              | 18421                            | 9742    |
| 10               | 18180                            | 5709    | 140              | 18250                            | 2569    | 270              | 18440                            | 9508    |
| 20               | 18181                            | 5463    | 150              | 18261                            | 2331    | 280              | 18459                            | 9274    |
| 30               | 18183                            | 5218    | 160              | 18272                            | 2094    | 290              | 18480                            | 9041    |
| 40               | 18186                            | 4974    | 170              | 18284                            | 1858    | 300              | 18500                            | 8807    |
| 50               | 18189                            | 4731    | 180              | 18296                            | 1621    | 310              | 18522                            | 8573    |
| 60               | 18193                            | 4488    | 190              | 18309                            | 1385    | 320              | 18544                            | 8340    |
| 70               | 18198                            | 4246    | 200              | 18323                            | 1150    | 330              | 18567                            | 8107    |
| 80               | 18203                            | 4005    | 210              | 18338                            | 915     | 340              | 18591                            | 7873    |
| 90               | 18209                            | 3764    | 220              | 18353                            | 680     | 350              | 18616                            | 7640    |
| 100              | 18216                            | 3524    | 230              | 18369                            | 445     | 360              | 18641                            | 7406    |
| 110              | 18224                            | 3284    | 240              | 18386                            | 210     |                  |                                  |         |
| 120              | 18232                            | 3045    | 250              | 18403                            | 9976    |                  |                                  |         |

**DENSITÉS**  
des solutions aqueuses d'acide sulfurique  
à + 15° (J. KOLB)

| DEGRÉS BAUMÉ | DENSITÉS | 100 PARTIES EN POIDS<br>CONTIENNENT |  |                      |                      | 11 CONTIENT<br>EN GRAMMES      |                      |                      |
|--------------|----------|-------------------------------------|--|----------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
|              |          | SO <sup>3</sup><br>pour 100         | H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup><br>pour 100 | Acide à<br>60° Baumé | Acide à<br>53° Baumé | H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> | Acide à<br>60° Baumé | Acide à<br>53° Baumé |
| 0            | 1,000    | 0,7                                 | 0,9  | 1,2                  | 1,3                  | 9                              | 12                   | 13                   |
| 1            | 1,007    | 1,5                                 | 1,9  | 2,4                  | 2,8                  | 19                             | 24                   | 28                   |
| 2            | 1,014    | 2,3                                 | 2,8  | 3,6                  | 4,2                  | 28                             | 36                   | 42                   |
| 3            | 1,022    | 3,1                                 | 3,8  | 4,9                  | 5,7                  | 39                             | 50                   | 58                   |
| 4            | 1,029    | 3,9                                 | 4,8  | 6,1                  | 7,2                  | 49                             | 63                   | 74                   |
| 5            | 1,037    | 4,7                                 | 5,8  | 7,4                  | 8,7                  | 60                             | 77                   | 90                   |
| 6            | 1,045    | 5,6                                 | 6,8  | 8,7                  | 10,2                 | 71                             | 91                   | 107                  |
| 7            | 1,052    | 6,4                                 | 7,8  | 10,0                 | 11,7                 | 82                             | 105                  | 123                  |
| 8            | 1,060    | 7,2                                 | 8,8  | 11,3                 | 13,1                 | 93                             | 120                  | 139                  |
| 9            | 1,067    | 8,0                                 | 9,8  | 12,6                 | 14,6                 | 105                            | 134                  | 156                  |
| 10           | 1,075    | 8,8                                 | 10,8                                       | 13,8                 | 16,1                 | 116                            | 148                  | 173                  |
| 11           | 1,083    | 9,7                                 | 11,9                                       | 15,2                 | 17,8                 | 129                            | 165                  | 193                  |
| 12           | 1,091    | 10,6                                | 13,0                                       | 16,7                 | 19,4                 | 142                            | 182                  | 211                  |
| 13           | 1,100    | 11,5                                | 14,1                                       | 18,1                 | 21,0                 | 155                            | 199                  | 231                  |
| 14           | 1,108    | 12,4                                | 15,2                                       | 19,5                 | 22,7                 | 168                            | 216                  | 251                  |
| 15           | 1,116    | 13,2                                | 16,2                                       | 20,7                 | 24,2                 | 181                            | 231                  | 270                  |
| 16           | 1,125    | 14,1                                | 17,3                                       | 22,2                 | 25,8                 | 195                            | 250                  | 290                  |
| 17           | 1,134    | 15,1                                | 18,5                                       | 23,7                 | 27,6                 | 210                            | 269                  | 313                  |
| 18           | 1,142    | 16,0                                | 19,6                                       | 25,1                 | 29,2                 | 224                            | 287                  | 333                  |
| 19           | 1,152    | 17,0                                | 20,8                                       | 26,6                 | 31,0                 | 240                            | 306                  | 357                  |
| 20           | 1,162    | 18,0                                | 22,2                                       | 28,4                 | 33,1                 | 258                            | 330                  | 385                  |
| 21           | 1,171    | 19,0                                | 23,3                                       | 29,8                 | 34,8                 | 273                            | 349                  | 407                  |
| 22           | 1,180    | 20,0                                | 24,5                                       | 31,4                 | 36,6                 | 289                            | 370                  | 432                  |
| 23           | 1,190    | 21,1                                | 25,8                                       | 33,0                 | 38,5                 | 307                            | 393                  | 458                  |
| 24           | 1,200    | 22,1                                | 27,1                                       | 34,7                 | 40,5                 | 325                            | 416                  | 486                  |
| 25           | 1,210    | 23,2                                | 28,4                                       | 36,4                 | 42,4                 | 344                            | 440                  | 513                  |
| 26           | 1,220    | 24,2                                | 29,6                                       | 37,9                 | 44,2                 | 361                            | 463                  | 539                  |
| 27           | 1,231    | 25,3                                | 31,0                                       | 39,7                 | 46,3                 | 382                            | 489                  | 570                  |
| 28           | 1,241    | 26,3                                | 32,2                                       | 41,2                 | 48,1                 | 400                            | 511                  | 597                  |
| 29           | 1,252    | 27,3                                | 33,4                                       | 42,8                 | 49,9                 | 418                            | 536                  | 625                  |
| 30           | 1,263    | 28,3                                | 34,7                                       | 44,4                 | 51,8                 | 438                            | 561                  | 654                  |
| 31           | 1,274    | 29,4                                | 36,0                                       | 46,1                 | 53,7                 | 459                            | 587                  | 684                  |
| 32           | 1,285    | 30,5                                | 37,1                                       | 47,9                 | 55,8                 | 481                            | 616                  | 717                  |
| 33           | 1,297    | 31,7                                | 38,8                                       | 49,7                 | 57,9                 | 503                            | 645                  | 751                  |

**DENSITÉS**  
des solutions aqueuses d'acide sulfurique  
à +15° (suite).

| DEGRÉS BAUMÉ | DENSITÉS | 100 PARTIES EN POIDS<br>CONTIENNENT |  |                      |                      | 1 <sup>1</sup> CONTIENT EN<br>GRAMMES |                      |                      |
|--------------|----------|-------------------------------------|--|----------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------|
|              |          | SO <sub>3</sub><br>pour 100         | H <sup>2</sup> SO <sub>4</sub><br>pour 100 | Acide à<br>60° Baumé | Acide à<br>53° Baumé | H <sup>2</sup> SO <sub>4</sub>        | Acide à<br>60° Baumé | Acide à<br>53° Baumé |
| 34           | 1,308    | 32,8                                | 40,2                                       | 51,5                 | 60,0                 | 526                                   | 674                  | 785                  |
| 35           | 1,320    | 33,8                                | 41,6                                       | 53,3                 | 62,1                 | 549                                   | 704                  | 820                  |
| 36           | 1,332    | 35,1                                | 43,0                                       | 55,1                 | 64,2                 | 573                                   | 734                  | 856                  |
| 37           | 1,345    | 36,2                                | 44,4                                       | 56,9                 | 66,3                 | 597                                   | 765                  | 892                  |
| 38           | 1,357    | 37,2                                | 45,5                                       | 58,3                 | 67,9                 | 617                                   | 791                  | 921                  |
| 39           | 1,370    | 38,3                                | 46,9                                       | 60,0                 | 70,0                 | 642                                   | 822                  | 959                  |
| 40           | 1,383    | 39,5                                | 48,3                                       | 61,9                 | 72,1                 | 668                                   | 856                  | 997                  |
| 41           | 1,397    | 40,7                                | 49,8                                       | 63,8                 | 74,3                 | 696                                   | 891                  | 1038                 |
| 42           | 1,410    | 41,8                                | 51,2                                       | 65,6                 | 76,4                 | 722                                   | 925                  | 1077                 |
| 43           | 1,424    | 42,9                                | 52,8                                       | 67,4                 | 78,5                 | 749                                   | 960                  | 1118                 |
| 44           | 1,438    | 44,1                                | 54,0                                       | 69,1                 | 80,6                 | 777                                   | 994                  | 1159                 |
| 45           | 1,453    | 45,2                                | 55,4                                       | 70,9                 | 82,7                 | 805                                   | 1030                 | 1202                 |
| 46           | 1,468    | 46,4                                | 56,9                                       | 72,9                 | 84,9                 | 835                                   | 1070                 | 1246                 |
| 47           | 1,483    | 47,6                                | 58,3                                       | 74,7                 | 87,0                 | 864                                   | 1108                 | 1290                 |
| 48           | 1,498    | 48,7                                | 59,6                                       | 76,5                 | 89,0                 | 893                                   | 1143                 | 1330                 |
| 49           | 1,514    | 49,8                                | 61,0                                       | 78,1                 | 91,0                 | 923                                   | 1182                 | 1378                 |
| 50           | 1,530    | 51,0                                | 62,5                                       | 80,0                 | 93,3                 | 956                                   | 1224                 | 1427                 |
| 51           | 1,546    | 52,2                                | 64,0                                       | 82,0                 | 95,5                 | 990                                   | 1268                 | 1477                 |
| 52           | 1,563    | 53,5                                | 65,5                                       | 83,9                 | 97,8                 | 1024                                  | 1311                 | 1529                 |
| 53           | 1,580    | 54,9                                | 67,0                                       | 85,8                 | 100,0                | 1059                                  | 1355                 | 1580                 |
| 54           | 1,597    | 56,0                                | 68,6                                       | 87,8                 | 102,4                | 1095                                  | 1402                 | 1636                 |
| 55           | 1,615    | 57,1                                | 70,0                                       | 89,6                 | 104,5                | 1131                                  | 1447                 | 1688                 |
| 56           | 1,634    | 58,4                                | 71,6                                       | 91,7                 | 106,9                | 1170                                  | 1499                 | 1747                 |
| 57           | 1,652    | 59,7                                | 73,2                                       | 93,7                 | 109,2                | 1210                                  | 1548                 | 1804                 |
| 58           | 1,672    | 61,0                                | 74,7                                       | 95,7                 | 111,5                | 1248                                  | 1599                 | 1863                 |
| 59           | 1,691    | 62,4                                | 76,4                                       | 97,8                 | 114,0                | 1292                                  | 1654                 | 1928                 |
| 60           | 1,711    | 63,8                                | 78,1                                       | 100,0                | 116,6                | 1336                                  | 1711                 | 1995                 |
| 61           | 1,732    | 65,2                                | 79,9                                       | 102,3                | 119,2                | 1384                                  | 1772                 | 2065                 |
| 62           | 1,753    | 66,7                                | 81,7                                       | 104,6                | 121,9                | 1432                                  | 1838                 | 2137                 |
| 63           | 1,774    | 68,7                                | 84,1                                       | 107,7                | 125,5                | 1492                                  | 1911                 | 2226                 |
| 64           | 1,796    | 70,6                                | 86,5                                       | 110,8                | 129,1                | 1554                                  | 1990                 | 2319                 |
| 65           | 1,819    | 73,2                                | 89,7                                       | 114,8                | 138,8                | 1632                                  | 2088                 | 2434                 |
| 66           | 1,842    | 81,6                                | 100,0                                      | 128,0                | 149,3                | 1842                                  | 2358                 | 2750                 |

# **DENSITÉS DE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE (J. KOLB).**

100 parties d'acide à 15° correspondent à

| DEGRÉS<br>Baumé | DENSITÉS | HCl gaz<br>pour 100<br>d'acide | ACIDE<br>à<br>20° R° | ACIDE<br>à<br>22° R° | DEGRÉS<br>Baumé | DENSITÉS | HCl gaz<br>pour 100<br>d'acide | ACIDE<br>à<br>20° R° | ACIDE<br>à<br>22° R° |
|-----------------|----------|--------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|----------|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1               | 1,007    | 1,5                            | 4,7                  | 4,2                  | 17              | 1,134    | 26,6                           | 83,3                 | 74,5                 |
| 2               | 1,014    | 2,0                            | 9,0                  | 8,1                  | 18              | 1,143    | 28,4                           | 88,9                 | 79,5                 |
| 3               | 1,023    | 4,5                            | 14,1                 | 12,6                 | 19              | 1,152    | 30,2                           | 94,5                 | 84,6                 |
| 4               | 1,030    | 5,8                            | 18,1                 | 16,2                 | 19,5            | 1,157    | 31,2                           | 97,7                 | 87,4                 |
| 5               | 1,036    | 7,3                            | 22,8                 | 20,4                 | 20              | 1,161    | 32,0                           | 100,0                | 89,6                 |
| 6               | 1,044    | 8,9                            | 27,8                 | 24,4                 | 20,5            | 1,166    | 33,0                           | 103,3                | 92,4                 |
| 7               | 1,052    | 10,4                           | 32,6                 | 29,1                 | 21              | 1,171    | 33,9                           | 106,1                | 94,9                 |
| 8               | 1,060    | 12,0                           | 37,6                 | 33,6                 | 21,5            | 1,175    | 34,7                           | 108,6                | 97,2                 |
| 9               | 1,067    | 13,4                           | 41,9                 | 37,5                 | 22              | 1,180    | 35,7                           | 111,7                | 100,0                |
| 10              | 1,073    | 15,0                           | 46,9                 | 42,0                 | 22,5            | 1,185    | 36,8                           | 115,2                | 103,0                |
| 11              | 1,083    | 16,5                           | 51,6                 | 46,2                 | 23              | 1,190    | 37,9                           | 118,6                | 106,1                |
| 12              | 1,091    | 18,1                           | 56,7                 | 50,7                 | 23,5            | 1,195    | 39,0                           | 122,0                | 109,2                |
| 13              | 1,100    | 19,9                           | 62,3                 | 55,7                 | 24              | 1,199    | 39,8                           | 124,6                | 112,4                |
| 14              | 1,108    | 21,5                           | 67,3                 | 60,2                 | 24,5            | 1,205    | 41,2                           | 130,0                | 115,4                |
| 15              | 1,116    | 23,1                           | 72,3                 | 64,7                 | 25              | 1,210    | 42,4                           | 132,7                | 119,0                |
| 16              | 1,125    | 24,8                           | 77,6                 | 69,4                 | 25,5            | 1,212    | 42,9                           | 134,3                | 120,1                |

## DENSITÉS

à + 15° de solutions d'acide azotique.

| DENSITÉS  | DEGRÉS BEAUMÉ | COMPOSITION                      | EAU<br>pour 100 | ACIDE RÉEL<br>pour 100<br>(Az H O <sup>3</sup> ) | ANHYDRIDE<br>azotique pour 100<br>(Az <sup>2</sup> O <sup>5</sup> ) | POINT<br>d'ébullition |
|-----------|---------------|----------------------------------|-----------------|--|---|-----------------------|
| 1,<br>522 | 49,3          | Az H O <sup>3</sup>              | »               | 100,00   | 85,8  | 86°                   |
| 486       | 46,5          | + $\frac{1}{2}$ H <sup>2</sup> O | 11,25           | 88,75  | 75,1  | 99                    |
| 452       | 45            | H <sup>2</sup> O                 | 22,22           | 77,78  | 66,7  | 115                   |
| 420       | 42,6          | $\frac{3}{2}$ H <sup>2</sup> O   | 30,00           | 70,00  | 60,1  | 123                   |
| 390       | 40,4          | 2 H <sup>2</sup> O               | 36,36           | 63,64  | 54,5  | 119                   |
| 361       | 38,2          | $\frac{5}{2}$ H <sup>2</sup> O   | 41,67           | 58,33  | 50,1  | 117                   |
| 338       | 36,5          | 3 H <sup>2</sup> O               | 46,16           | 53,84  | 46,2  |                       |
| 315       | 34,5          | $\frac{7}{2}$ H <sup>2</sup> O   | 50,00           | 50,00  | 42,9  | 113                   |
| 297       | 33,2          | $\frac{5}{2}$ H <sup>2</sup> O   | 53,33           | 46,67  | 40,1  |                       |
| 277       | 31,4          | $\frac{4}{2}$ H <sup>2</sup> O   | 56,25           | 43,75  | 37,6  |                       |
| 260       | 29,7          | 5 H <sup>2</sup> O               | 58,82           | 41,18  | 35,4  |                       |
| 245       | 28,4          | $\frac{11}{2}$ H <sup>2</sup> O  | 61,11           | 38,89  | 33,4  |                       |
| 232       | 27,2          | 6 H <sup>2</sup> O               | 63,16           | 36,84  | 31,6  |                       |
| 219       | 25,8          | $\frac{13}{2}$ H <sup>2</sup> O  | 65,00           | 35,00  | 30,1  |                       |
| 207       | 24,7          | 7 H <sup>2</sup> O               | 66,67           | 33,33  | 28,6  | 108                   |
| 197       | 23,8          | $\frac{15}{2}$ H <sup>2</sup> O  | 68,18           | 31,82  | 27,3  |                       |
| 188       | 22,9          | 8 H <sup>2</sup> O               | 69,56           | 30,44  | 26,1  |                       |
| 180       | 22,0          | $\frac{17}{2}$ H <sup>2</sup> O  | 70,83           | 29,17  | 25,0  |                       |
| 173       | 21,0          | 9 H <sup>2</sup> O               | 72,00           | 28,00  | 24,0  |                       |
| 166       | 20,4          | $\frac{19}{2}$ H <sup>2</sup> O  | 73,08           | 26,92  | 23,1  |                       |
| 160       | 19,9          | 10 H <sup>2</sup> O              | 74,07           | 25,93  | 22,2  |                       |
| 155       | 19,3          | $\frac{21}{2}$ H <sup>2</sup> O  | 75,00           | 25,00  | 21,4  | ( <sup>1</sup> )      |

(1) Environ 10;°.

## DENSITÉS DE SOLUTIONS ALCALINES.

| Pour<br>100 | $\text{AzH}_3$ | $\text{KHO}$ | $\text{NaHO}$ | Pour<br>100 | $\text{KHO}$ | $\text{NaOH}$ |
|-------------|----------------|--------------|---------------|-------------|--------------|---------------|
| 1           | 0,9959         | 1,009        | 1,012         | 36          | 1,361        | 1,395         |
| 2           | 9915           | 017          | 024           | 37          | 374          | 405           |
| 3           | 9873           | 025          | 035           | 38          | 387          | 415           |
| 4           | 9831           | 033          | 046           | 39          | 400          | 426           |
| 5           | 9790           | 041          | 058           | 40          | 412          | 437           |
| 6           | 9749           | 049          | 070           | 41          | 425          | 447           |
| 7           | 9709           | 058          | 081           | 42          | 438          | 457           |
| 8           | 9670           | 065          | 092           | 43          | 450          | 468           |
| 9           | 9631           | 074          | 103           | 44          | 462          | 478           |
| 10          | 9593           | 083          | 115           | 45          | 475          | 488           |
| 11          | 9556           | 092          | 126           | 46          | 488          | 499           |
| 12          | 9520           | 101          | 137           | 47          | 499          | 509           |
| 13          | 9484           | 110          | 148           | 48          | 511          | 519           |
| 14          | 9449           | 119          | 159           | 49          | 525          | 529           |
| 15          | 9414           | 128          | 170           | 50          | 539          | 540           |
| 16          | 9380           | 137          | 181           | 51          | 552          | 550           |
| 17          | 9347           | 146          | 192           | 52          | 565          | 560           |
| 18          | 9314           | 155          | 202           | 53          | 578          | 570           |
| 19          | 9283           | 166          | 213           | 54          | 590          | 580           |
| 20          | 9251           | 177          | 225           | 55          | 604          | 591           |
| 21          | 9221           | 188          | 236           | 56          | 618          | 601           |
| 22          | 9191           | 198          | 247           | 57          | 630          | 611           |
| 23          | 9162           | 209          | 258           | 58          | 642          | 622           |
| 24          | 9133           | 220          | 269           | 59          | 655          | 633           |
| 25          | 9106           | 230          | 279           | 60          | 667          | 643           |
| 26          | 9078           | 241          | 290           | 61          | 681          | 654           |
| 27          | 9052           | 252          | 300           | 62          | 695          | 664           |
| 28          | 9026           | 264          | 310           | 63          | 705          | 674           |
| 29          | 9001           | 276          | 321           | 64          | 718          | 684           |
| 30          | 8976           | 288          | 332           | 65          | 729          | 695           |
| 31          | 8953           | 300          | 343           | 66          | 740          | 705           |
| 32          | 8929           | 311          | 353           | 67          | 754          | 715           |
| 33          | 8907           | 324          | 363           | 68          | 768          | 726           |
| 34          | 8885           | 336          | 374           | 69          | 780          | 737           |
| 35          | 8864           | 349          | 384           | 70          | 790          | 748           |

Pour avoir les oxydes anhydres, multiplier le poids de  $\text{KHO}$  par 0,8393 et celui de  $\text{NaHO}$  par 0,775.

# **DENSITÉS** des solutions de quelques sulfates.

| Sel pour 100. | Sulfate de cuivre cristallisé<br>$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq. à } 15^\circ$ | Sulfate ferreux cristallisé<br>$\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ aq. à } 15^\circ$ | Sulfate ferroso-ammoniacal<br>$\text{Fe}(\text{AzH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$<br>$+ 6 \text{ aq. à } 15^\circ$ | Sulfate ferrique<br>$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$<br>$\text{à } 17^\circ, 5$ | Sulfate de magnésium anhydre<br>$\text{MgSO}_4$<br>$\text{à } 15^\circ$ | Sel cristallisé<br>$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{ aq. correspondant.}$ | Sulfate de zinc cristallisé<br>$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ aq. à } 15^\circ$ |
|---------------|--|--|---|---|---|---|--|
| 2             | 1, 0126  | 1, 011   | 1, 013  | 1, 017  | 1, 0206   | 4, 10   | 1, 013   |
| 4             | 0254   | 021  | 024   | 034   | 0412  | 8, 20   | 025  |
| 6             | 0384   | 032  | 036   | 0512  | 0623  | 12, 29  | 035  |
| 8             | 0516   | 043  | 047   | 0684  | 0838  | 16, 39  | 047  |
| 10            | 0649   | 054  | 061   | 0854  | 1053  | 20, 49  | 059  |
| 12            | 0785   | 065  | 073   | 1042  | 1281  | 24, 58  | 073  |
| 14            | 0923   | 077  | 086   | 1230  | 1508  | 28, 68  | 085  |
| 16            | 1063   | 088  | 098   | 1424  | 1742  | 32, 78  | 097  |
| 18            | 1208   | 100  | 110   | 1624  | 1982  | 36, 88  | 110  |
| 20            | 1354   | 112  | 123   | 1836  | 2221  | 40, 98  | 124  |
| 22            | 1501   | 125  | 136   | 2066  | 2472  | 45, 07  | 137  |
| 24            | 1659   | 137  | 150   | 2306  | 2722  | 49, 17  | 150  |
| 26            |  | 149  | 164   | 2559  | (2)   |   | 164  |
| 28            |  | 161  | 179   | 2825  |   |   | 179  |
| 30            |  | 174  | 193   | 3090  |   |   | 193  |
| 32            |  | 187  | (1)   | 3368  |   |   | 209  |
| 34            |  | 200  |   | 3646  |   |   | 224  |
| 36            |  | 213  |   | 3923  |   |   | 240  |
| 38            |  | 226  |   | 4207  |   |   | 255  |
| 40            |  | 239  |   | 4506  |   |   | 271  |
| 42            |  |  |   | 4824  |   |   | 288  |
| 44            |  |  |   | 5142  |   |   | 304  |
| 46            |  |  |   | 5468  |   |   | 320  |
| 48            |  |  |   | 5808  |   |   | 337  |
| 50            |  |  |   | 6148  |   |   | 352  |
| 52            |  |  |   | 6508  |   |   | 370  |
| 54            |  |  |   | 6868  |   |   | 390  |
| 56            |  |  |   | 7241  |   |   | 406  |
| 58            |  |  |   | 7623  |   |   | 425  |
| 60            |  |  |   | 8006  |   |   | 445  |

(1) Solution saturée 33,3 pour 100 de sel,  $D = 1,165$  (2).

(2) Solution saturée 25,25 pour 100 de sel, soit 51,726 de sel à 7 aq. :  $D = 1,2880$ .

## DENSITÉS

de solutions d'hyposulfite de soude, de ferrocyanure de potassium, de quelques nitrates, etc.

| Sel pour 100. | Hyposulfite<br>de sodium + 5 aq.<br>à 19°. | Nitrate<br>de strontium<br>à 19° 5. | Nitrate<br>de magnésium<br>à 21°. | Nitrate<br>de plomb<br>à 15°. | Oxalate<br>de potassium<br>à 17° 5. | Chromate<br>de potassium<br>à 20°. | Chlore<br>de platine. | Ferrocyanure<br>de potassium<br>à 15°. |
|---------------|--|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--|
|               | 1,   | 1,                                  | 1,                                | 1,                            | 1,                                  | 1,                                 | 1,                    | 1,                                     |
| 2             | 0105                                       | 017                                 | 0078                              | 0163                          | 0134                                | 0161                               | 018                   | 0116                                   |
| 4             | 0211                                       | 034                                 | 0158                              | 0331                          | 0268                                | 0325                               | 036                   | 0234                                   |
| 6             | 0317                                       | 049                                 | 0239                              | 0502                          | 0401                                | 0492                               | 056                   | 0356                                   |
| 8             | 0423                                       | 068                                 | 0321                              | 0682                          | 0529                                | 0663                               | 076                   | 0479                                   |
| 10            | 0529                                       | 085                                 | 0405                              | 0869                          | 0656                                | 0837                               | 097                   | 0605                                   |
| 12            | 0639                                       |                                     | 0490                              | 1059                          | 0784                                | 1014                               | 119                   | 0734                                   |
| 14            | 0751                                       |                                     | 0577                              | 1257                          | 0912                                | 1195                               | 141                   | 0866                                   |
| 16            | 0863                                       |                                     | 0663                              | 1463                          | 1043                                | 1380                               | 165                   | 0999                                   |
| 18            | 0975                                       |                                     | 0752                              | 1677                          | 1175                                | 1570                               | 188                   | 1136                                   |
| 20            | 1087                                       | 181                                 | 0843                              | 1902                          | 1306                                | 1765                               | 214                   | 1275                                   |
| 22            | 1204                                       |                                     | 0934                              | 2132                          |                                     | 1964                               | 242                   |  |
| 24            | 1322                                       |                                     | 1026                              | 2372                          |                                     | 2169                               | 270                   |  |
| 26            | 1440                                       |                                     | 1120                              | 2620                          |                                     | 2379                               | 300                   |  |
| 28            | 1558                                       |                                     | 1216                              | 2876                          |                                     | 2592                               | 330                   |  |
| 30            | 1676                                       | 292                                 | 1313                              | 3140                          |                                     | 2808                               | 362                   |  |
| 32            | 1800                                       |                                     | 1410                              | 3416                          |                                     | 3035                               | 395                   |  |
| 34            | 1924                                       |                                     | 1508                              | 3702                          |                                     | 3268                               | 431                   |  |
| 36            | 2048                                       |                                     | 1608                              | 3996                          |                                     | 3505                               | 469                   |  |
| 38            | 2172                                       |                                     | 1709                              |                               |                                     | 3746                               | 506                   |  |
| 40            | 2297                                       | 422                                 | 1811                              |                               |                                     | 3991                               | 546                   |  |
| 42            | 2427                                       |                                     | 1914                              |                               |                                     |                                    | 591                   |  |
| 44            | 2558                                       |                                     | 2019                              |                               |                                     |                                    | 641                   |  |
| 46            | 2690                                       |                                     | 2126                              |                               |                                     |                                    | 688                   |  |
| 48            | 2822                                       |                                     | 2231                              |                               |                                     |                                    | 736                   |  |
| 50            | 2954                                       |                                     | 2340                              |                               |                                     |                                    | 785                   |  |



## DENSITÉS

de solutions acides et salines diverses.

| Sel pour 100<br>de solution. | Carbonate de<br>sodium anhydre<br>à 15°. | Nitrate<br>de potassium<br>à 15°. | Bichromate<br>de potassium<br>à 20°. | Chlorure<br>d'ammonium<br>à 15°. | Chlorure<br>de potassium<br>à 15°. | Chlorure<br>de sodium<br>à 15°. |
|------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 1                            | 1,                                       | 1,                                | 1,                                   | 1,                               | 1,                                 | 1,                              |
| 2                            | 0105                                     | 0064                              | 007                                  | 0032                             | 0065                               | 0072                            |
| 3                            | 0210                                     | 0128                              | 015                                  | 0063                             | 0130                               | 0145                            |
| 4                            | 0315                                     | 0192                              | 022                                  | 0095                             | 0195                               | 0217                            |
| 5                            | 0420                                     | 0257                              | 029                                  | 0126                             | 0260                               | 0290                            |
| 6                            | 0525                                     | 0321                              | 037                                  | 0158                             | 0325                               | 0362                            |
| 7                            | 0631                                     | 0387                              | 043                                  | 0188                             | 0392                               | 0436                            |
| 8                            | 0737                                     | 0453                              | 050                                  | 0218                             | 0458                               | 0511                            |
| 9                            | 0843                                     | 0520                              | 056                                  | 0248                             | 0525                               | 0585                            |
| 10                           | 0950                                     | 0586                              | 065                                  | 0278                             | 0591                               | 0659                            |
| 11                           | 1057                                     | 0652                              | 073                                  | 0308                             | 0658                               | 0733                            |
| 12                           | 1165                                     | 0721                              | 080                                  | 0337                             | 0727                               | 0810                            |
| 13                           | 1274                                     | 0790                              | 090                                  | 0366                             | 0796                               | 0886                            |
| 14                           | 1384                                     | 0860                              | 097                                  | 0395                             | 0865                               | 0962                            |
| 15                           | 1495                                     | 0929                              | 103                                  | 0423                             | 0934                               | 1038                            |
| 16                           |  | 0998                              | 110                                  | 0452                             | 1004                               | 1115                            |
| 17                           |  | 1070                              |                                      | 0480                             | 1075                               | 1194                            |
| 18                           |  | 1143                              |                                      | 0509                             | 1146                               | 1273                            |
| 19                           |  | 1215                              |                                      | 0537                             | 1218                               | 1352                            |
| 20                           |  | 1287                              |                                      | 0565                             | 1289                               | 1431                            |
| 21                           |  | 1360                              |                                      | 0593                             | 1361                               | 1511                            |
| 22                           |  | ( <sup>1</sup> )                  |                                      | 0620                             | 1435                               | 1593                            |
| 23                           |  |                                   |                                      | 0648                             | 1509                               | 1675                            |
| 24                           |  |                                   |                                      | 0675                             | 1583                               | 1758                            |
| 25                           |  |                                   |                                      | 0703                             | 1657                               | 1840                            |
| 26                           |  |                                   |                                      | 0730                             | ( <sup>3</sup> )                   | 1923                            |
| 27                           |  |                                   |                                      | 0757                             | ( <sup>4</sup> )                   | 2010                            |

(<sup>1</sup>) Solution saturée 21,07 pour 100 de sel, D=1,1436. (<sup>2</sup>) Solution saturée 26,3 de sel, D=1,0766. (<sup>3</sup>) Solution saturée 24,9 pour 100 de sel, D=1,1723. (<sup>4</sup>) Solution saturée 26,4 pour 100 de sel, D=1,2043.

## DENSITÉS

de solutions acides et salines diverses (*suite*).

| Sel pour 100 | Acide oxalique<br>cristallisé<br>à 15° | Acide tannique<br>(de galle)<br>à 15° | Carbonate<br>de potassium<br>à 15° | Sel pour 100 | Carbonate<br>de potassium<br>à 15° | Sel pour 100 | Carbonate<br>de potassium<br>à 15° |
|--------------|--|---------------------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------|
|              | 1,                                     | 1,                                    | 1,                                 |              | 1,                                 |              | 1,                                 |
| 1            | 0032                                   | 0040                                  | 0091                               | 19           | 1826                               | 37           | 3828                               |
| 2            | 0064                                   | 0080                                  | 0183                               | 20           | 1929                               | 38           | 3948                               |
| 3            | 0096                                   | 0120                                  | 0274                               | 21           | 2034                               | 39           | 4067                               |
| 4            | 0128                                   | 0160                                  | 0366                               | 22           | 2140                               | 40           | 4187                               |
| 5            | 0160                                   | 0201                                  | 0457                               | 23           | 2246                               | 41           | 4310                               |
| 6            | 0182                                   | 0242                                  | 0551                               | 24           | 2352                               | 42           | 4434                               |
| 7            | 0204                                   | 0283                                  | 0645                               | 25           | 2457                               | 43           | 4557                               |
| 8            | 0226                                   | 0325                                  | 0740                               | 26           | 2568                               | 44           | 4681                               |
| 9            | 0248                                   | 0367                                  | 0834                               | 27           | 2679                               | 45           | 4804                               |
| 10           | 0271                                   | 0409                                  | 0928                               | 28           | 2789                               | 46           | 4931                               |
| 11           | 0289                                   |                                       | 1026                               | 29           | 2900                               | 47           | 5059                               |
| 12           | 0309                                   |                                       | 1124                               | 30           | 3010                               | 48           | 5186                               |
| 13           | ( <sup>1</sup> )                       |                                       | 1122                               | 31           | 3126                               | 49           | 5313                               |
| 14           |  |                                       | 1320                               | 32           | 3242                               | 50           | 5441                               |
| 15           |  |                                       | 1418                               | 33           | 3358                               | 51           | 5573                               |
| 16           |  |                                       | 1520                               | 34           | 3473                               | 52           | 5705                               |
| 17           |  |                                       | 1622                               | 35           | 3588                               |              | ( <sup>2</sup> )                   |
| 18           |  |                                       | 1724                               | 36           | 3708                               |              |                                    |

(<sup>1</sup>) Solution saturée D=1,032; 12,6 pour 100 d'acide. (<sup>2</sup>) Solution saturée 52,02 pour 100 de sel, D=1,5708.

## DENSITÉS

de solutions acides et salines diverses (*fin*).

| Sel pour 100<br>de solution. | Alun d'ammo-<br>niaque cristal.<br>à 17°,5 | Alun de potasse<br>cristallisé<br>à 17°,5 | Chlorate<br>de potasse<br>à 19°,5. | Sulfate<br>de potasse<br>à 15°. | Bioxalate<br>de potassium. | Émélique. | Sulfate de<br>sodium anhydre<br>à 19°. |
|------------------------------|--|---|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------|--|
| 1                            | 1,<br>0060                                 | 1,<br>0065                                | 1,<br>007                          | 1,<br>0082                      | 1,<br>0055                 | 1,<br>007 | 1,<br>0091                             |
| 2                            | 0109                                       | 0110                                      | 014                                | 0163                            | 0110                       | 012       | 0182                                   |
| 3                            | 0156                                       | 0160                                      | 026                                | 0245                            | 0164                       | 018       | 0274                                   |
| 4                            | 0200                                       | 0218                                      | 033                                | 0328                            | 0218                       | 027       | 0365                                   |
| 5                            | 0255                                       | 0269                                      | 039                                | 0410                            | 0271                       | 035       | 0457                                   |
| 6                            | 0305                                       | 0320                                      |                                    | 0495                            |                            | 041       | 0550                                   |
| 7                            |  |   |                                    | 0579                            |                            |           | 0644                                   |
| 8                            |  |   |                                    | 0664                            |                            |           | 0737                                   |
| 9                            |  |   |                                    | 0750                            |                            |           | 0832                                   |
| 10                           |  |   |                                    | ( <sup>1</sup> )                |                            |           | 0927                                   |
| 11                           |  |   |                                    |                                 |                            |           | 1025                                   |
|                              |  |   |                                    |                                 |                            |           | ( <sup>2</sup> )                       |

(<sup>1</sup>) Solution saturée 9,92 pour 100 de sel,  $D=1,08305$ . — (<sup>2</sup>) Solution saturée 11,95 pour 100 de sel,  $Na^2SO^4D=1,1117$ ; multiplier par 2,268 pour avoir le sel cristallisé à 10 aq.

**DENSITÉS**

A +19°,5 des solutions de bromure de magnésium, de zinc et de cadmium, donnant leur richesse en bromure (KREMERS).

| Densités | Mg Br <sup>2</sup> dans<br>100 p. d'eau | Densités | Zn Br <sup>2</sup> dans<br>100 p. d'eau | Densités | Cd Br <sup>2</sup> dans<br>100 p. d'eau |
|----------|---|----------|---|----------|---|
| 1,0965   | 12,2                                    | 1,1715   | 20,6                                    | 1,2337   | 29,8                                    |
| 1,1864   | 24,5                                    | 1,3270   | 42,6                                    | 1,4690   | 64,3                                    |
| 1,2811   | 38,3                                    | 1,3371   | 43,9                                    | 1,6496   | 94,1                                    |
| 1,4386   | 64,2                                    | 1,6101   | 91,4                                    |          |   |
| 1,5693   | 88,6                                    | 1,7190   | 112,7                                   |          |   |
|          |   | 1,8797   | 150,3                                   |          |   |
|          |   | 2,1095   | 211,1                                   |          |   |
|          |   | 2,1441   | 224,7                                   |          |   |
|          |   | 2,3914   | 318,3                                   |          |   |

A +19°,5 des solutions d'iodure de baryum, de strontium et de calcium, donnant leur richesse en iodure (KREMERS).

| Densités | Ba I <sup>2</sup> dans<br>100 p. d'eau | Densités | Sr I <sup>2</sup> dans<br>100 p. d'eau | Densités | Ca I <sup>2</sup> dans<br>100 p. d'eau |
|----------|--|----------|--|----------|--|
| 1,045    | 5                                      | 1,045    | 5                                      | 1,044    | 5                                      |
| 1,2157   | 27,0                                   | 1,2160   | 27,5                                   | 1,1854   | 24,3                                   |
| 1,4099   | 53,8                                   | 1,4329   | 58,4                                   | 1,3786   | 52,7                                   |
| 1,6186   | 85,8                                   | 1,6269   | 89,9                                   | 1,5558   | 82,4                                   |
| 1,7953   | 115,6                                  | 1,8349   | 127,9                                  | 1,6845   | 106,6                                  |
| 1,9535   | 146                                    | 1,9725   | 156,9                                  | 2,0065   | 190,4                                  |

A +15° des solutions aqueuses de glycérine, donnant leur richesse en glycérine (LENZ, 1880).

| C <sup>3</sup> H <sup>8</sup> O <sup>3</sup><br>pour 100 | Densités | C <sup>3</sup> H <sup>8</sup> O <sup>3</sup><br>pour 100 | Densités | C <sup>3</sup> H <sup>8</sup> O <sup>3</sup><br>pour 100 | Densités |
|--|----------|--|----------|--|----------|
| 5  | 1,0123   | 50   | 1,1320   | 84   | 1,2265   |
| 10   | 1,0245   | 55   | 1,1455   | 86   | 1,2318   |
| 15   | 1,0374   | 60   | 1,1582   | 88   | 1,2372   |
| 20   | 1,0498   | 65   | 1,1733   | 90   | 1,2425   |
| 25   | 1,0635   | 70   | 1,1889   | 92   | 1,2478   |
| 30   | 1,0771   | 75   | 1,2016   | 94   | 1,2531   |
| 35   | 1,0907   | 78   | 1,2106   | 96   | 1,2584   |
| 40   | 1,1045   | 80   | 1,2159   | 98   | 1,2637   |
| 45   | 1,1183   | 82   | 1,2212   | 100  | 1,2691   |

## DENSITÉS

des mélanges d'eau et d'alcool. (D'après Gay-Lussac.)

| Alcool pour 100<br>en vol. à 15°,<br>ou degré<br>alcoométrique | Densités | Alcool pour 100<br>en vol. à 15°,<br>ou degré<br>alcoométrique | Densités | Alcool pour 100<br>en vol. à 15°,<br>ou degré<br>alcoométrique | Densités | Alcool pour 100<br>en vol. à 15°,<br>ou degré<br>alcoométrique | Densités |
|--|----------|--|----------|--|----------|--|----------|
| 0  | 1,0000   | 26   | 0,9700   | 52   | 0,9309   | 78   | 0,8699   |
| 1  | 0,9985   | 27   | 0,9690   | 53   | 0,9289   | 79   | 0,8672   |
| 2  | 0,9970   | 28   | 0,9679   | 54   | 0,9269   | 80   | 0,8645   |
| 3  | 0,9956   | 29   | 0,9668   | 55   | 0,9248   | 81   | 0,8617   |
| 4  | 0,9942   | 30   | 0,9657   | 56   | 0,9227   | 82   | 0,8589   |
| 5  | 0,9929   | 31   | 0,9645   | 57   | 0,9206   | 83   | 0,8560   |
| 6  | 0,9916   | 32   | 0,9633   | 58   | 0,9185   | 84   | 0,8531   |
| 7  | 0,9903   | 33   | 0,9621   | 59   | 0,9163   | 85   | 0,8502   |
| 8  | 0,9891   | 34   | 0,9608   | 60   | 0,9141   | 86   | 0,8472   |
| 9  | 0,9878   | 35   | 0,9594   | 61   | 0,9119   | 87   | 0,8442   |
| 10   | 0,9867   | 36   | 0,9581   | 62   | 0,9096   | 88   | 0,8411   |
| 11   | 0,9855   | 37   | 0,9567   | 63   | 0,9073   | 89   | 0,8379   |
| 12   | 0,9844   | 38   | 0,9553   | 64   | 0,9050   | 90   | 0,8346   |
| 13   | 0,9833   | 39   | 0,9538   | 65   | 0,9027   | 91   | 0,8312   |
| 14   | 0,9822   | 40   | 0,9523   | 66   | 0,9004   | 92   | 0,8278   |
| 15   | 0,9812   | 41   | 0,9507   | 67   | 0,8980   | 93   | 0,8242   |
| 16   | 0,9802   | 42   | 0,9491   | 68   | 0,8956   | 94   | 0,8206   |
| 17   | 0,9792   | 43   | 0,9474   | 69   | 0,8932   | 95   | 0,8168   |
| 18   | 0,9782   | 44   | 0,9457   | 70   | 0,8907   | 96   | 0,8128   |
| 19   | 0,9773   | 45   | 0,9440   | 71   | 0,8882   | 97   | 0,8086   |
| 20   | 0,9763   | 46   | 0,9422   | 72   | 0,8857   | 98   | 0,8042   |
| 21   | 0,9753   | 47   | 0,9404   | 73   | 0,8831   | 99   | 0,7996   |
| 22   | 0,9742   | 48   | 0,9386   | 74   | 0,8805   | 100  | 0,7947   |
| 23   | 0,9732   | 49   | 0,9367   | 75   | 0,8779   |  |          |
| 24   | 0,9721   | 50   | 0,9348   | 76   | 0,8753   |  |          |
| 25   | 0,9711   | 51   | 0,9329   | 77   | 0,8726   |  |          |

NOTA. — Pour avoir la quantité d'alcool pour 100 en poids ( $x$ ), d'après la quantité en volume déterminée à l'alcoomètre ( $v$ ), on prend dans la table la densité du mélange ( $D$ ) et celle de l'alcool pur ( $d$ ) et l'on effectue l'opération suivante:  $x = v \frac{d}{D}$ . Pour avoir la quantité d'eau  $y$ , qui, ajoutée à 100 parties d'alcool marquant  $v$  degrés alcoométriques et possédant par conséquent la densité  $D$ , donnera un alcool marquant  $v'$  et d'une densité  $D'$ , on effectuera l'opération suivante:  $y = 100 \left( D' \frac{v}{v'} - D \right)$ .

**CONVERSION DES TAUX DE SUCRE POUR 100,**  
ou degrés Brix, en degrés Baumé et en densités à 17°,5

| Brix | Baumé | Densités | Brix | Baumé | Densités |
|------|-------|----------|------|-------|----------|
| 0    | 0     | 1,0000   | 57   | 30,82 | 1,2724   |
| 2    | 1,11  | 1,0078   | 58   | 31,34 | 1,2782   |
| 4    | 2,23  | 1,0157   | 59   | 31,85 | 1,2840   |
| 6    | 3,34  | 1,0237   | 60   | 32,36 | 1,2899   |
| 8    | 4,45  | 1,0319   | 61   | 32,87 | 1,2958   |
| 10   | 5,56  | 1,0401   | 62   | 33,38 | 1,3018   |
| 12   | 6,66  | 1,0485   | 63   | 33,89 | 1,3078   |
| 14   | 7,77  | 1,0570   | 64   | 34,40 | 1,3138   |
| 16   | 8,87  | 1,0657   | 65   | 34,90 | 1,3199   |
| 18   | 9,97  | 1,0744   | 66   | 35,40 | 1,3260   |
| 20   | 11,07 | 1,0833   | 67   | 35,90 | 1,3322   |
| 22   | 12,17 | 1,0923   | 68   | 36,41 | 1,3384   |
| 24   | 13,26 | 1,1015   | 69   | 36,91 | 1,3446   |
| 26   | 14,35 | 1,1107   | 70   | 37,40 | 1,3509   |
| 28   | 15,44 | 1,1201   | 71   | 37,90 | 1,3572   |
| 30   | 16,53 | 1,1297   | 72   | 38,39 | 1,3636   |
| 32   | 17,61 | 1,1393   | 73   | 38,89 | 1,3700   |
| 34   | 18,69 | 1,1491   | 74   | 39,38 | 1,3764   |
| 35   | 19,23 | 1,1541   | 75   | 39,87 | 1,3829   |
| 36   | 19,77 | 1,1591   | 76   | 40,36 | 1,3894   |
| 37   | 20,30 | 1,1641   | 77   | 40,84 | 1,3959   |
| 38   | 20,84 | 1,1692   | 78   | 41,33 | 1,4025   |
| 39   | 21,37 | 1,1743   | 79   | 41,81 | 1,4092   |
| 40   | 21,91 | 1,1794   | 80   | 42,29 | 1,4159   |
| 41   | 22,44 | 1,1846   | 81   | 42,78 | 1,4226   |
| 42   | 22,97 | 1,1898   | 82   | 43,25 | 1,4293   |
| 43   | 23,50 | 1,1950   | 83   | 43,73 | 1,4361   |
| 44   | 24,03 | 1,2003   | 84   | 44,21 | 1,4430   |
| 45   | 24,56 | 1,2056   | 85   | 44,68 | 1,4499   |
| 46   | 25,09 | 1,2110   | 86   | 45,15 | 1,4568   |
| 47   | 25,62 | 1,2164   | 87   | 45,62 | 1,4638   |
| 48   | 26,14 | 1,2218   | 88   | 46,09 | 1,4708   |
| 49   | 26,67 | 1,2273   | 89   | 46,56 | 1,4778   |
| 50   | 27,19 | 1,2328   | 90   | 47,02 | 1,4849   |
| 51   | 27,71 | 1,2383   | 92   | 47,95 | 1,4992   |
| 52   | 28,24 | 1,2439   | 94   | 48,86 | 1,5136   |
| 53   | 28,75 | 1,2495   | 96   | 49,77 | 1,5281   |
| 54   | 29,27 | 1,2552   | 98   | 50,67 | 1,5429   |
| 55   | 29,79 | 1,2609   | 100  | 51,56 | 1,5578   |
| 56   | 30,31 | 1,2666   |      |       |          |

**DENSITÉS A  $+12^{\circ},5$ ,**

correspondant aux degrés d'un aréomètre Baumé  
construit d'après les indications de MM. Berthelot,  
Coulier et d'Almeida.

|    |         |    |         |    |         |    |         |
|----|---------|----|---------|----|---------|----|---------|
| 0  | 0,099 5 | 19 | 1,146   | 38 | 1,343   | 57 | 1,621   |
| 1  | 1,006   | 20 | 1,155   | 39 | 1,355   | 58 | 1,639   |
| 2  | 1,013   | 21 | 1,164   | 40 | 1,367   | 59 | 1,657 5 |
| 3  | 1,020   | 22 | 1,173   | 41 | 1,380   | 60 | 1,676   |
| 4  | 1,027   | 23 | 1,182 5 | 42 | 1,393   | 61 | 1,695   |
| 5  | 1,034   | 24 | 1,192   | 43 | 1,406   | 62 | 1,715   |
| 6  | 1,041   | 25 | 1,201 5 | 44 | 1,419 5 | 63 | 1,735   |
| 7  | 1,048 5 | 26 | 1,211   | 45 | 1,433 5 | 64 | 1,755 5 |
| 8  | 1,056   | 27 | 1,221   | 46 | 1,447 5 | 65 | 1,776 5 |
| 9  | 1,064   | 28 | 1,231   | 47 | 1,461 5 | 66 | 1,798   |
| 10 | 1,071 5 | 29 | 1,241 5 | 48 | 1,476   | 67 | 1,820   |
| 11 | 1,079   | 30 | 1,252   | 49 | 1,491   | 68 | 1,842 5 |
| 12 | 1,087   | 31 | 1,263   | 50 | 1,506   | 69 | 1,866   |
| 13 | 1,095   | 32 | 1,273 5 | 51 | 1,521 5 | 70 | 1,890   |
| 14 | 1,103   | 33 | 1,284   | 52 | 1,537   | 71 | 1,915   |
| 15 | 1,111 6 | 34 | 1,296   | 53 | 1,553 5 | 72 | 1,939   |
| 16 | 1,120   | 35 | 1,307   | 54 | 1,570   | 73 | 1,965   |
| 17 | 1,128 5 | 36 | 1,319   | 55 | 1,587   | 74 | 1,991   |
| 18 | 1,137   | 37 | 1,331   | 56 | 1,604   | 75 | 2,018   |

*Poids d'un litre de liquide pesé dans l'air à  $+12^{\circ},5$   
ou  $+15^{\circ}$  sous la pression de 0,760 avec des poids de  
laiton, d'après les indications de l'aréomètre ci-dessus.*

Multiplier le nombre de la Table ci-dessus par 1000  
et retrancher une unité.

EXEMPLE. — Un liquide marquant  $25^{\circ}$  B. à  $+15^{\circ}$   
possède une densité de 1,2015. Les poids de laiton qui  
feront équilibre au litre de ce liquide dans l'air  
seront 1200<sup>s</sup>,5.

## COMPARAISON DES ARÉOMÈTRES

moins lourds que l'eau et densités à  $+15^{\circ}$  des mélanges d'eau et d'alcool contenant pour 100 volumes  $n$  volumes d'alcool absolu ( $n$  = degrés Gay-Lussac).

| DEGRÉS |          |             | poids<br>spécifique. | DEGRÉS |          |             | poids<br>spécifique. |
|--------|----------|-------------|----------------------|--------|----------|-------------|----------------------|
| Baumé. | Cartier. | Gay-Lussac. |                      | Baumé. | Cartier. | Gay-Lussac. |                      |
| 10     | 10       | 0           | 1,000                |        |          | 35          | 0,960                |
|        |          | 1           | 0,999                |        |          | 36          | 0,959                |
|        |          | 2           | 0,997                |        |          | 37          | 0,957                |
|        |          | 3           | 0,996                |        |          | 38          | 0,956                |
|        |          | 4           | 0,994                |        |          | 39          | 0,954                |
| 11     | 11       | 5           | 0,993                | 17     |          | 40          | 0,953                |
|        |          | 6           | 0,992                |        |          | 41          | 0,951                |
|        |          | 7           | 0,990                |        |          | 42          | 0,949                |
|        |          | 8           | 0,989                |        |          | 43          | 0,948                |
|        |          | 9           | 0,988                |        |          | 44          | 0,946                |
| 12     | 12       | 10          | 0,987                | 18     |          | 45          | 0,945                |
|        |          | 11          | 0,986                |        |          | 46          | 0,943                |
|        |          | 12          | 0,984                |        |          | 47          | 0,941                |
|        |          | 13          | 0,983                |        |          | 48          | 0,940                |
|        |          | 14          | 0,982                |        |          | 49          | 0,938                |
| 13     | 13       | 15          | 0,981                | 20     | 19       | 50          | 0,936                |
|        |          | 16          | 0,980                |        |          | 51          | 0,934                |
|        |          | 17          | 0,979                |        |          | 52          | 0,932                |
|        |          | 18          | 0,978                |        |          | 53          | 0,930                |
|        |          | 19          | 0,977                |        |          | 54          | 0,928                |
| 14     | 14       | 20          | 0,976                | 22     | 21       | 55          | 0,926                |
|        |          | 21          | 0,975                |        |          | 56          | 0,924                |
|        |          | 22          | 0,974                |        |          | 57          | 0,922                |
|        |          | 23          | 0,973                |        |          | 58          | 0,920                |
|        |          | 24          | 0,972                |        |          | 59          | 0,918                |
| 15     | 15       | 25          | 0,971                | 23     | 22       | 60          | 0,915                |
|        |          | 26          | 0,970                |        |          | 61          | 0,913                |
|        |          | 27          | 0,969                |        |          | 62          | 0,911                |
|        |          | 28          | 0,968                |        |          | 63          | 0,909                |
|        |          | 29          | 0,967                |        |          | 64          | 0,906                |
| 16     | 16       | 30          | 0,966                | 25     | 24       | 65          | 0,904                |
|        |          | 31          | 0,965                |        |          | 66          | 0,902                |
|        |          | 32          | 0,964                |        |          | 67          | 0,899                |
|        |          | 33          | 0,963                |        |          | 68          | 0,896                |
|        |          | 34          | 0,962                |        |          | 69          | 0,893                |



## COMPARAISON DES ARÉOMETRES

moins lourds que l'eau et densités à  $+15^{\circ}$  des mélanges d'eau et d'alcool contenant pour 100 volumes  $n$  volumes d'alcool absolu ( $n$  = degrés de Gay-Lussac). (*Suite.*)

| DEGRÉS |         |            | POIDS SPÉCIFIQUE | DEGRÉS |         |            | POIDS SPÉCIFIQUE |
|--------|---------|------------|------------------|--------|---------|------------|------------------|
| Baumé  | Cartier | Gay-Lussac |                  | Baumé  | Cartier | Gay-Lussac |                  |
| 28     | 26      | 70         | 0,891            | 36     | 34      | 86         | 0,848            |
|        |         | 71         | 0,888            |        |         | 87         | 0,845            |
| 29     | 27      | 72         | 0,886            | 37     | 35      | 88         | 0,842            |
|        |         | 73         | 0,884            | 38     | 36      | 89         | 0,838            |
| 30     | 28      | 74         | 0,881            |        |         | 90         | 0,835            |
|        |         | 75         | 0,879            | 39     | 37      | 91         | 0,832            |
| 31     | 29      | 76         | 0,876            |        |         | 92         | 0,829            |
|        |         | 77         | 0,874            | 40     | 38      | 93         | 0,826            |
| 32     | 30      | 78         | 0,871            |        |         | 94         | 0,822            |
|        |         | 79         | 0,868            | 41     | 39      | 95         | 0,818            |
| 33     | 31      | 80         | 0,865            |        |         | 96         | 0,814            |
|        |         | 81         | 0,863            | 42     | 40      | 97         | 0,810            |
| 34     | 32      | 82         | 0,860            |        |         | 98         | 0,805            |
|        |         | 83         | 0,857            | 43     | 41      | 99         | 0,800            |
| 35     | 33      | 84         | 0,854            |        |         | 100        | 0,795            |
|        |         | 85         | 0,851            | 44     | 42      |            | 0,791            |
|        |         |            |                  |        |         |            |                  |

NOTA. — Si la température est de  $15^{\circ} + n$ , il faut retrancher (0,4)  $n$  degrés alcoométriques pour avoir la richesse alcoolique. Il faut les ajouter au contraire si  $t = 15^{\circ} - n$ .

## TABLE DE LA RICHESSE ALCOOLIQUE.

DEGRÉS DU THERMOMÈTRE.

DEGRÉS  
appareils  
à l'alcoolmètre.

| 0°   | 2°   | 4°   | 6°   | 8°   | 10°  | 12°  | 14°  | 16°  | 18°  | 20°  | 22°  | 24°  | 26°  | 28°  | 30°  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1,3  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,4  | 1,2  | 1,1  | 0,9  | 0,7  | 0,5  | 0,3  | "    | "    | "    | "    |
| 2,4  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,5  | 2,4  | 2,3  | 2,1  | 1,9  | 1,7  | 1,5  | 1,3  | 1,0  | 0,7  | 0,3  | 0,0  |
| 3,4  | 3,5  | 3,5  | 3,5  | 3,5  | 3,4  | 3,3  | 3,1  | 2,9  | 2,7  | 2,4  | 2,2  | 1,9  | 1,6  | 1,3  | 0,9  |
| 4,4  | 4,5  | 4,5  | 4,5  | 4,5  | 4,4  | 4,3  | 4,1  | 3,9  | 3,7  | 3,4  | 3,2  | 2,9  | 2,6  | 2,2  | 1,8  |
| 5,4  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,4  | 5,3  | 5,1  | 4,9  | 4,7  | 4,4  | 4,1  | 3,8  | 3,5  | 3,1  | 2,8  |
| 6,5  | 6,6  | 6,6  | 6,6  | 6,6  | 6,5  | 6,3  | 6,1  | 5,9  | 5,7  | 5,4  | 5,1  | 4,8  | 4,4  | 4,1  | 3,7  |
| 7,5  | 7,6  | 7,7  | 7,7  | 7,6  | 7,5  | 7,3  | 7,1  | 6,9  | 6,7  | 6,4  | 6,1  | 5,8  | 5,4  | 5,0  | 4,6  |
| 8,6  | 8,7  | 8,7  | 8,7  | 8,6  | 8,5  | 8,3  | 8,1  | 7,9  | 7,7  | 7,3  | 7,0  | 6,7  | 6,3  | 5,9  | 5,5  |
| 9,7  | 9,8  | 9,8  | 9,8  | 9,7  | 9,5  | 9,3  | 9,1  | 8,9  | 8,7  | 8,3  | 7,9  | 7,6  | 7,2  | 6,8  | 6,4  |
| 10,9 | 10,9 | 10,9 | 10,9 | 10,8 | 10,6 | 10,4 | 10,2 | 9,9  | 9,7  | 9,3  | 8,9  | 8,5  | 8,1  | 7,7  | 7,3  |
| 12,2 | 12,2 | 12,1 | 12,0 | 11,9 | 11,7 | 11,5 | 11,2 | 10,9 | 10,7 | 10,3 | 9,9  | 9,5  | 9,0  | 8,6  | 8,1  |
| 13,4 | 13,4 | 13,3 | 13,1 | 13,0 | 12,7 | 12,5 | 12,2 | 11,9 | 11,6 | 11,2 | 10,8 | 10,4 | 9,9  | 9,5  | 9,0  |
| 14,7 | 14,7 | 14,5 | 14,3 | 14,1 | 13,8 | 13,5 | 13,2 | 12,9 | 12,5 | 12,2 | 11,7 | 11,3 | 10,8 | 10,3 | 9,8  |
| 16,1 | 16,0 | 15,8 | 15,6 | 15,3 | 14,9 | 14,6 | 14,2 | 13,9 | 13,5 | 13,1 | 12,6 | 12,2 | 11,7 | 11,2 | 10,7 |
| 17,5 | 17,2 | 16,9 | 16,7 | 16,4 | 16,0 | 15,6 | 15,2 | 14,9 | 14,5 | 14,0 | 13,5 | 13,1 | 12,6 | 12,0 | 11,5 |
| 19,0 | 18,6 | 18,1 | 17,8 | 17,5 | 17,0 | 16,6 | 16,2 | 15,9 | 15,4 | 14,9 | 14,4 | 13,9 | 13,4 | 12,8 | 12,3 |
| 20,4 | 19,9 | 19,4 | 19,0 | 18,6 | 18,1 | 17,6 | 17,2 | 16,9 | 16,3 | 15,8 | 15,3 | 14,8 | 14,2 | 13,6 | 13,0 |
| 21,7 | 21,2 | 20,7 | 20,3 | 19,7 | 19,2 | 18,7 | 18,2 | 17,8 | 17,3 | 16,7 | 16,2 | 15,7 | 15,1 | 14,4 | 13,8 |
| 23,0 | 22,4 | 21,9 | 21,4 | 20,7 | 20,2 | 19,7 | 19,2 | 18,7 | 18,2 | 17,6 | 17,0 | 16,5 | 15,9 | 15,2 | 14,6 |
| 24,3 | 23,7 | 23,1 | 22,5 | 21,8 | 21,3 | 20,7 | 20,2 | 19,7 | 19,1 | 18,5 | 17,9 | 17,4 | 16,7 | 16,0 | 15,4 |

|    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 21 | 25,7 | 25,0 | 24,4 | 23,7 | 23,0 | 22,4 | 21,8 | 21,2 | 20,7 | 20,1 | 19,5 | 18,8 | 18,2 | 17,6 | 16,9 | 16,3 |
| 22 | 27,1 | 26,4 | 25,7 | 25,0 | 24,2 | 23,5 | 22,9 | 22,3 | 21,7 | 21,1 | 20,5 | 19,8 | 19,1 | 18,5 | 17,9 | 17,2 |
| 23 | 28,5 | 27,6 | 26,9 | 26,1 | 25,4 | 24,6 | 24,0 | 23,3 | 22,7 | 22,0 | 21,4 | 20,7 | 20,0 | 19,4 | 18,8 | 18,1 |
| 24 | 29,9 | 28,9 | 28,1 | 27,3 | 26,6 | 25,8 | 25,1 | 24,3 | 23,7 | 23,0 | 22,4 | 21,6 | 21,0 | 20,3 | 19,6 | 19,0 |
| 25 | 31,1 | 30,2 | 29,3 | 28,5 | 27,7 | 26,9 | 26,1 | 25,3 | 24,5 | 23,8 | 23,3 | 22,5 | 21,8 | 21,2 | 20,5 | 19,8 |
| 26 | 32,3 | 31,4 | 30,6 | 29,7 | 28,9 | 28,0 | 27,2 | 26,4 | 25,6 | 24,9 | 24,3 | 23,5 | 22,7 | 22,1 | 21,4 | 20,7 |
| 27 | 33,4 | 32,5 | 31,6 | 30,8 | 29,9 | 29,1 | 28,2 | 27,4 | 26,6 | 25,9 | 25,2 | 24,3 | 23,6 | 22,9 | 22,2 | 21,5 |
| 28 | 34,5 | 33,5 | 32,7 | 31,8 | 30,9 | 30,1 | 29,2 | 28,4 | 27,6 | 26,9 | 26,1 | 25,2 | 24,5 | 23,8 | 23,1 | 22,4 |
| 29 | 35,6 | 34,6 | 33,7 | 32,8 | 31,9 | 31,1 | 30,2 | 29,4 | 28,6 | 27,8 | 27,0 | 26,2 | 25,4 | 24,7 | 23,9 | 23,2 |
| 30 | 36,6 | 35,6 | 34,7 | 33,8 | 32,9 | 32,1 | 31,2 | 30,4 | 29,6 | 28,8 | 27,9 | 27,1 | 26,3 | 25,6 | 24,8 | 24,0 |
| 31 | 37,6 | 36,7 | 35,7 | 34,9 | 33,9 | 33,1 | 32,2 | 31,4 | 30,6 | 29,8 | 28,9 | 28,1 | 27,3 | 26,5 | 25,7 | 24,9 |
| 32 | 38,6 | 37,7 | 36,7 | 35,9 | 34,9 | 34,1 | 33,2 | 32,4 | 31,6 | 30,8 | 29,9 | 29,1 | 28,3 | 27,5 | 26,6 | 25,8 |
| 33 | 39,6 | 38,7 | 37,7 | 36,9 | 35,9 | 35,1 | 34,3 | 33,4 | 32,5 | 31,7 | 30,8 | 30,0 | 29,2 | 28,4 | 27,5 | 26,7 |
| 34 | 40,6 | 39,7 | 38,8 | 37,9 | 36,9 | 36,1 | 35,3 | 34,4 | 33,5 | 32,6 | 31,8 | 31,0 | 30,2 | 29,3 | 28,5 | 27,7 |
| 35 | 41,5 | 40,7 | 39,8 | 38,9 | 38,0 | 37,1 | 36,3 | 35,4 | 34,5 | 33,6 | 32,8 | 32,0 | 31,1 | 30,3 | 29,5 | 28,7 |
| 36 | 42,5 | 41,7 | 40,8 | 39,9 | 39,0 | 38,1 | 37,3 | 36,4 | 35,5 | 34,6 | 33,8 | 33,0 | 32,1 | 31,3 | 30,5 | 29,7 |
| 37 | 43,5 | 42,7 | 41,8 | 40,9 | 40,0 | 39,1 | 38,3 | 37,4 | 36,5 | 35,6 | 34,8 | 34,0 | 33,1 | 32,3 | 31,5 | 30,7 |
| 38 | 44,4 | 43,7 | 42,8 | 41,9 | 41,0 | 40,1 | 39,3 | 38,4 | 37,5 | 36,6 | 35,8 | 35,0 | 34,1 | 33,3 | 32,5 | 31,6 |
| 39 | 45,4 | 44,6 | 43,8 | 42,9 | 42,0 | 41,1 | 40,3 | 39,4 | 38,5 | 37,6 | 36,8 | 36,0 | 35,1 | 34,3 | 33,5 | 32,6 |
| 40 | 46,4 | 45,5 | 44,7 | 43,9 | 43,0 | 42,1 | 41,3 | 40,4 | 39,5 | 38,6 | 37,8 | 37,0 | 36,1 | 35,3 | 34,4 | 33,6 |
| 41 | 47,4 | 46,5 | 45,7 | 44,9 | 44,0 | 43,1 | 42,3 | 41,4 | 40,6 | 39,7 | 38,9 | 38,0 | 37,2 | 36,3 | 35,4 | 34,6 |
| 42 | 48,4 | 47,5 | 46,7 | 45,9 | 45,0 | 44,1 | 43,3 | 42,4 | 41,6 | 40,7 | 39,9 | 39,0 | 38,2 | 37,3 | 36,5 | 35,6 |
| 43 | 49,3 | 48,5 | 47,7 | 46,9 | 46,0 | 45,1 | 44,3 | 43,4 | 42,6 | 41,7 | 40,9 | 40,0 | 39,2 | 38,3 | 37,5 | 36,6 |
| 44 | 50,3 | 49,5 | 48,7 | 47,9 | 47,0 | 46,1 | 45,3 | 44,4 | 43,6 | 42,7 | 42,0 | 41,1 | 40,2 | 39,4 | 38,6 | 37,7 |
| 45 | 51,3 | 50,4 | 49,6 | 48,8 | 47,9 | 47,1 | 46,3 | 45,4 | 44,6 | 43,7 | 43,0 | 42,1 | 41,2 | 40,4 | 39,6 | 38,8 |
| 46 | 52,3 | 51,4 | 50,6 | 49,8 | 48,9 | 48,1 | 47,3 | 46,4 | 45,6 | 44,7 | 44,0 | 43,1 | 42,2 | 41,5 | 40,6 | 39,8 |
| 47 | 53,2 | 52,3 | 51,5 | 50,7 | 49,9 | 49,1 | 48,3 | 47,4 | 46,6 | 45,8 | 45,0 | 44,1 | 43,3 | 42,5 | 41,6 | 40,8 |
| 48 | 54,1 | 53,2 | 52,4 | 51,6 | 50,8 | 50,0 | 49,2 | 48,3 | 47,5 | 46,7 | 46,0 | 45,1 | 44,3 | 43,5 | 42,6 | 41,8 |
| 49 | 55,1 | 54,2 | 53,4 | 52,6 | 51,8 | 51,0 | 50,2 | 49,3 | 48,5 | 47,7 | 47,0 | 46,1 | 45,3 | 44,5 | 43,7 | 42,9 |
| 50 | 56,1 | 55,2 | 54,4 | 53,6 | 52,8 | 52,0 | 51,2 | 50,3 | 49,5 | 48,7 | 48,0 | 47,1 | 46,3 | 45,5 | 44,7 | 43,9 |

## TABLE DE LA RICHESSE ALCOOLIQUE.

DEGRÉS  
appareils  
à l'alcoomètre.

DEGRÉS DU THERMOMÈTRE.

| 0°   | 2°   | 4°   | 6°   | 8°   | 10°  | 12°  | 14°  | 16°  | 18°  | 20°  | 22°  | 24°  | 26°  | 28°  | 30°  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 57,1 | 56,3 | 55,5 | 54,7 | 53,9 | 53,0 | 52,2 | 51,4 | 50,6 | 49,8 | 49,0 | 48,1 | 47,3 | 46,5 | 45,7 | 44,9 |
| 58,0 | 57,2 | 56,5 | 55,6 | 54,9 | 54,0 | 53,2 | 52,4 | 51,6 | 50,8 | 50,0 | 49,1 | 48,4 | 47,5 | 46,7 | 45,9 |
| 59,0 | 58,2 | 57,4 | 56,6 | 55,8 | 55,0 | 54,2 | 53,4 | 52,6 | 51,8 | 51,0 | 50,1 | 49,4 | 48,5 | 47,7 | 47,0 |
| 59,9 | 59,2 | 58,4 | 57,5 | 56,8 | 56,0 | 55,2 | 54,4 | 53,6 | 52,8 | 52,0 | 51,1 | 50,4 | 49,5 | 48,7 | 48,0 |
| 60,9 | 60,2 | 59,4 | 58,5 | 57,8 | 57,0 | 56,2 | 55,4 | 54,6 | 53,8 | 53,0 | 52,2 | 51,4 | 50,5 | 49,8 | 49,0 |
| 61,9 | 61,2 | 60,3 | 59,5 | 58,8 | 58,0 | 57,2 | 56,4 | 55,6 | 54,8 | 54,0 | 53,2 | 52,4 | 51,5 | 50,8 | 50,0 |
| 62,9 | 62,1 | 61,3 | 60,5 | 59,8 | 59,0 | 58,2 | 57,4 | 56,6 | 55,8 | 55,0 | 54,2 | 53,4 | 52,5 | 51,8 | 51,0 |
| 63,9 | 63,1 | 62,3 | 61,5 | 60,8 | 60,0 | 59,2 | 58,4 | 57,6 | 56,8 | 56,0 | 55,2 | 54,4 | 53,5 | 52,8 | 52,0 |
| 64,9 | 64,1 | 63,3 | 62,5 | 61,8 | 61,0 | 60,2 | 59,4 | 58,6 | 57,8 | 57,0 | 56,2 | 55,4 | 54,5 | 53,8 | 53,0 |
| 65,8 | 65,1 | 64,3 | 63,5 | 62,8 | 62,0 | 61,2 | 60,4 | 59,6 | 58,8 | 58,0 | 57,2 | 56,4 | 55,6 | 54,8 | 54,0 |
| 66,8 | 66,1 | 65,3 | 64,5 | 63,8 | 63,0 | 62,2 | 61,4 | 60,6 | 59,8 | 59,0 | 58,2 | 57,4 | 56,6 | 55,8 | 55,0 |
| 67,8 | 67,1 | 66,3 | 65,5 | 64,8 | 64,0 | 63,2 | 62,4 | 61,6 | 60,8 | 60,0 | 59,2 | 58,4 | 57,6 | 56,8 | 56,0 |
| 68,8 | 68,1 | 67,3 | 66,5 | 65,8 | 65,0 | 64,2 | 63,4 | 62,6 | 61,8 | 61,0 | 60,3 | 59,4 | 58,6 | 57,8 | 57,1 |
| 69,8 | 69,1 | 68,3 | 67,5 | 66,8 | 66,0 | 65,2 | 64,4 | 63,6 | 62,8 | 62,0 | 61,3 | 60,5 | 59,6 | 58,8 | 58,1 |
| 70,8 | 70,1 | 69,3 | 68,5 | 67,7 | 67,0 | 66,2 | 65,4 | 64,6 | 63,8 | 63,0 | 62,3 | 61,5 | 60,7 | 59,9 | 59,1 |
| 71,7 | 71,0 | 70,2 | 69,5 | 68,7 | 67,9 | 67,2 | 66,4 | 65,6 | 64,8 | 64,0 | 63,3 | 62,5 | 61,7 | 60,9 | 60,1 |
| 72,7 | 71,9 | 71,2 | 70,5 | 69,7 | 68,9 | 68,2 | 67,4 | 66,6 | 65,8 | 65,1 | 64,3 | 63,5 | 62,7 | 61,9 | 61,1 |
| 73,7 | 72,9 | 72,2 | 71,5 | 70,6 | 69,9 | 69,2 | 68,4 | 67,6 | 66,8 | 66,1 | 65,3 | 64,5 | 63,7 | 62,9 | 62,1 |
| 74,7 | 73,9 | 73,2 | 72,5 | 71,6 | 70,9 | 70,2 | 69,4 | 68,6 | 67,8 | 67,1 | 66,3 | 65,5 | 64,7 | 63,9 | 63,1 |
| 75,7 | 74,9 | 74,2 | 73,5 | 72,6 | 71,9 | 71,2 | 70,4 | 69,6 | 68,8 | 68,0 | 67,2 | 66,4 | 65,6 | 64,8 | 64,0 |

|     |       |       |      |      |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 72  | 77,6  | 76,9  | 76,1 | 75,3 | 74,6  | 73,9  | 73,1 | 72,4 | 71,6 | 70,8 | 70,1 | 69,3 | 68,5 | 67,7 | 67,0 | 66,2 |
| 73  | 78,6  | 77,9  | 77,1 | 76,3 | 75,6  | 74,9  | 74,1 | 73,4 | 72,6 | 71,8 | 71,1 | 70,3 | 69,6 | 68,8 | 68,0 | 67,3 |
| 74  | 79,6  | 78,9  | 78,1 | 77,3 | 76,6  | 75,9  | 75,1 | 74,4 | 73,6 | 72,8 | 72,1 | 71,3 | 70,6 | 69,8 | 69,1 | 68,3 |
| 75  | 80,6  | 79,9  | 79,1 | 78,3 | 77,6  | 76,9  | 76,1 | 75,4 | 74,6 | 73,8 | 73,1 | 72,3 | 71,6 | 70,8 | 70,1 | 69,3 |
| 76  | 81,6  | 80,9  | 80,1 | 79,3 | 78,6  | 77,9  | 77,1 | 76,4 | 75,6 | 74,9 | 74,1 | 73,3 | 72,6 | 71,8 | 71,1 | 70,3 |
| 77  | 82,6  | 81,9  | 81,1 | 80,3 | 79,6  | 78,9  | 78,1 | 77,4 | 76,6 | 75,9 | 75,1 | 74,3 | 73,6 | 72,8 | 72,1 | 71,3 |
| 78  | 83,6  | 82,9  | 82,1 | 81,3 | 80,6  | 79,9  | 79,1 | 78,4 | 77,6 | 76,9 | 76,1 | 75,3 | 74,6 | 73,8 | 73,1 | 72,3 |
| 79  | 84,5  | 83,8  | 83,0 | 82,3 | 81,6  | 80,9  | 80,1 | 79,4 | 78,6 | 77,9 | 77,1 | 76,3 | 75,6 | 74,8 | 74,1 | 73,3 |
| 80  | 85,5  | 84,8  | 84,0 | 83,3 | 82,6  | 81,9  | 81,1 | 80,4 | 79,6 | 78,9 | 78,1 | 77,3 | 76,6 | 75,9 | 75,1 | 74,3 |
| 81  | 86,4  | 85,7  | 85,0 | 84,3 | 83,6  | 82,9  | 82,1 | 81,4 | 80,6 | 79,9 | 79,1 | 78,3 | 77,6 | 76,9 | 76,1 | 75,3 |
| 82  | 87,4  | 86,6  | 86,0 | 85,3 | 84,6  | 83,8  | 83,1 | 82,4 | 81,6 | 80,9 | 80,1 | 79,3 | 78,6 | 77,9 | 77,1 | 76,4 |
| 83  | 88,3  | 87,6  | 87,0 | 86,3 | 85,6  | 84,8  | 84,1 | 83,4 | 82,6 | 81,9 | 81,2 | 80,4 | 79,7 | 78,9 | 78,2 | 77,4 |
| 84  | 89,2  | 88,6  | 88,0 | 87,3 | 86,5  | 85,7  | 85,0 | 84,3 | 83,6 | 82,9 | 82,2 | 81,4 | 80,7 | 79,9 | 79,2 | 78,4 |
| 85  | 90,2  | 89,6  | 89,0 | 88,3 | 87,5  | 86,7  | 86,0 | 85,3 | 84,6 | 83,9 | 83,2 | 82,4 | 81,7 | 80,9 | 80,2 | 79,4 |
| 86  | 91,2  | 90,5  | 90,0 | 89,3 | 88,5  | 87,7  | 87,0 | 86,3 | 85,6 | 84,9 | 84,2 | 83,4 | 82,7 | 81,9 | 81,3 | 80,5 |
| 87  | 92,2  | 91,5  | 91,0 | 90,3 | 89,5  | 88,7  | 88,0 | 87,3 | 86,6 | 85,9 | 85,2 | 84,4 | 83,7 | 82,9 | 82,3 | 81,5 |
| 88  | 93,1  | 92,4  | 91,8 | 91,0 | 90,3  | 89,5  | 89,0 | 88,3 | 87,6 | 86,9 | 86,2 | 85,5 | 84,7 | 84,0 | 83,3 | 82,6 |
| 89  | 94,0  | 93,3  | 92,7 | 92,0 | 91,3  | 90,5  | 90,0 | 89,3 | 88,6 | 87,9 | 87,2 | 86,5 | 85,7 | 85,0 | 84,3 | 83,6 |
| 90  | 95,0  | 94,3  | 93,7 | 93,0 | 92,3  | 91,5  | 91,0 | 90,3 | 89,6 | 88,9 | 88,2 | 87,6 | 86,8 | 86,1 | 85,4 | 84,7 |
| 91  | 95,9  | 95,2  | 94,6 | 93,9 | 93,3  | 92,5  | 92,0 | 91,3 | 90,7 | 89,9 | 89,2 | 88,6 | 87,9 | 87,2 | 86,5 | 85,8 |
| 92  | 96,8  | 96,1  | 95,5 | 94,9 | 94,3  | 93,5  | 93,0 | 92,3 | 91,7 | 91,0 | 90,3 | 89,6 | 88,9 | 88,2 | 87,5 | 86,9 |
| 93  | 97,7  | 97,0  | 96,4 | 95,8 | 95,2  | 94,4  | 94,0 | 93,3 | 92,7 | 92,0 | 91,3 | 90,7 | 90,0 | 89,3 | 88,6 | 87,9 |
| 94  | 98,6  | 97,9  | 97,4 | 96,8 | 96,2  | 95,4  | 95,0 | 94,3 | 93,7 | 93,0 | 92,4 | 91,8 | 91,1 | 90,4 | 89,7 | 89,0 |
| 95  | 99,5  | 98,8  | 98,3 | 97,7 | 97,1  | 96,5  | 96,0 | 95,3 | 94,7 | 94,0 | 93,4 | 92,8 | 92,1 | 91,5 | 90,8 | 90,1 |
| 96  | 100,3 | 99,8  | 99,2 | 98,7 | 98,1  | 97,5  | 96,9 | 96,3 | 95,7 | 95,1 | 94,5 | 93,9 | 93,2 | 92,5 | 91,9 | 91,2 |
| 97  | "     | 100,7 | "    | "    | 99,0  | 98,5  | 97,9 | 97,3 | 96,7 | 96,1 | 95,5 | 94,9 | 94,3 | 93,6 | 93,0 | 92,4 |
| 98  | "     | "     | "    | "    | 99,9  | 99,4  | 98,8 | 98,3 | 97,7 | 97,1 | 96,6 | 96,0 | 95,3 | 94,7 | 94,1 | 93,5 |
| 99  | "     | "     | "    | "    | 100,5 | 100,0 | 99,4 | 98,9 | 98,3 | 97,8 | 97,2 | 96,6 | 96,0 | 95,4 | 94,8 | 94,2 |
| 100 | "     | "     | "    | "    | "     | 100,4 | 99,8 | 99,3 | 98,7 | 98,2 | 97,6 | 97,0 | 96,4 | 95,8 | 95,2 | 94,6 |

**TABLE DU VOLUME DU LIQUIDE**  
correspondant, pour 100 kilogrammes, au degré  
apparent de l'alcoomètre.

| DEGRÉS<br>de l'alcoomètre. | VOLUME<br>du liquide. | DEGRÉS<br>de l'alcoomètre. | VOLUME<br>du liquide. | DEGRÉS<br>de l'alcoomètre. | VOLUME<br>du liquide. | DEGRÉS<br>de l'alcoomètre. | VOLUME<br>du liquide. |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| 0                          | 1                     | 0                          | 1                     | 0                          | 1                     | 0                          | 1                     |
| 1                          | 100,2                 | 26                         | 103,2                 | 51                         | 107,3                 | 76                         | 114,3                 |
| 2                          | 100,4                 | 27                         | 103,3                 | 52                         | 107,5                 | 77                         | 114,7                 |
| 3                          | 100,5                 | 28                         | 103,4                 | 53                         | 107,7                 | 78                         | 115,0                 |
| 4                          | 100,7                 | 29                         | 103,5                 | 54                         | 108,0                 | 79                         | 115,4                 |
| 5                          | 100,8                 | 30                         | 103,6                 | 55                         | 108,2                 | 80                         | 115,8                 |
| 6                          | 100,9                 | 31                         | 103,8                 | 56                         | 108,5                 | 81                         | 116,2                 |
| 7                          | 101,1                 | 32                         | 103,9                 | 57                         | 108,7                 | 82                         | 116,5                 |
| 8                          | 101,2                 | 33                         | 104,0                 | 58                         | 109,0                 | 83                         | 116,9                 |
| 9                          | 101,3                 | 34                         | 104,2                 | 59                         | 109,2                 | 84                         | 117,3                 |
| 10                         | 101,4                 | 35                         | 104,3                 | 60                         | 109,5                 | 85                         | 117,7                 |
| 11                         | 101,6                 | 36                         | 104,5                 | 61                         | 109,8                 | 86                         | 118,1                 |
| 12                         | 101,7                 | 37                         | 104,6                 | 62                         | 110,0                 | 87                         | 118,6                 |
| 13                         | 101,8                 | 38                         | 104,8                 | 63                         | 110,3                 | 88                         | 119,0                 |
| 14                         | 101,9                 | 39                         | 104,9                 | 64                         | 110,6                 | 89                         | 119,5                 |
| 15                         | 102,0                 | 40                         | 105,1                 | 65                         | 110,9                 | 90                         | 119,9                 |
| 16                         | 102,1                 | 41                         | 105,3                 | 66                         | 111,2                 | 91                         | 120,4                 |
| 17                         | 102,2                 | 42                         | 105,5                 | 67                         | 111,5                 | 92                         | 120,9                 |
| 18                         | 102,3                 | 43                         | 105,6                 | 68                         | 111,8                 | 93                         | 121,4                 |
| 19                         | 102,4                 | 44                         | 105,8                 | 69                         | 112,1                 | 94                         | 122,0                 |
| 20                         | 102,5                 | 45                         | 106,0                 | 70                         | 112,4                 | 95                         | 122,5                 |
| 21                         | 102,6                 | 46                         | 106,2                 | 71                         | 112,7                 | 96                         | 123,1                 |
| 22                         | 102,7                 | 47                         | 106,4                 | 72                         | 113,0                 | 97                         | 123,8                 |
| 23                         | 102,8                 | 48                         | 106,6                 | 73                         | 113,3                 | 98                         | 124,5                 |
| 24                         | 103,0                 | 49                         | 106,8                 | 74                         | 113,7                 | 99                         | 125,2                 |
| 25                         | 103,1                 | 50                         | 107,1                 | 75                         | 114,0                 |                            |                       |

## Notes sur les tables de la richesse alcoolique des liquides et du volume correspondant à leur poids.

Les deux Tables précédentes sont basées sur les éléments donnés dans la Circulaire n° 295 de la Direction générale des Contributions indirectes.

L'alcoomètre de Gay-Lussac est gradué à 15° C., température moyenne à laquelle le volume légal de l'alcool est fixé par la loi du 24 juin 1824. A cette température, il marque, au point d'effleurement, le nombre de parties d'alcool contenu dans cent parties du liquide : c'est le *titre alcoolique réel* ou *force réelle*; à toute autre température, il indique le titre *apparent*, qui doit être corrigé pour donner le volume exact à 15° C.

Le volume correspondant à chaque degré alcoométrique apparent a été calculé pour 100<sup>kg</sup> de liquide. Ce volume est sensiblement le même pour tous les liquides dans lequel l'alcoomètre enfonce jusqu'au même trait, quelle que soit la température.

Dans la lecture de l'alcoomètre, on ne doit prendre que le degré apparent couvert, en négligeant les fractions de degré non immergées, quelle qu'en soit la proportion. Dans l'emploi de la Table de la richesse alcoolique, les fractions sont négligées lorsqu'elles ne dépassent pas  $\frac{5}{10}$  et comptées pour un entier lorsqu'elles sont de  $\frac{6}{10}$  et au-dessus.

*Usage des Tables.* — Dans un fût de trois-six, pesant, net, 540<sup>kg</sup>, l'alcoomètre marque 91° à 22° C.

On demande la quantité d'alcool pur à 15° C. et le volume du fût.

La Table du volume du liquide montre que l'indication 91° de l'alcoomètre répond à un volume de 120<sup>l</sup>,4. On aura ensuite la proportion

$$100^k : 120^l,4 :: 540^k : x \quad \text{d'où} \quad x = 650^l,$$

en négligeant la fraction.

La 1<sup>re</sup> Table indique que la richesse alcoolique est 88°,6, en chiffre rond, 89°. La quantité d'alcool pur à 15° C. sera  $650^l \times \frac{89}{100} = 578^l,5$ .

**CONVERSION DES CENTIÈMES**

en volumes en centièmes en poids (corrigés) pour l'alcool

| Volumes | Poids | Volumes | Poids | Volumes | Poids | Volumes | Poids | Volumes | Poids |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1       | 0,80  | 10      | 8,05  | 20      | 17,28 | 81      | 74,74 | 89      | 84,46 |
| 2       | 1,60  | 11      | 8,87  | 25      | 20,46 | 82      | 75,91 | 90      | 85,75 |
| 3       | 2,40  | 12      | 9,68  | 30      | 25,69 | 83      | 77,09 | 91      | 87,06 |
| 4       | 3,20  | 13      | 10,51 | 40      | 33,39 | 84      | 78,29 | 92      | 88,38 |
| 5       | 4,00  | 14      | 11,33 | 50      | 42,52 | 85      | 79,50 | 93      | 89,70 |
| 6       | 4,81  | 15      | 12,15 | 60      | 52,20 | 86      | 80,71 | 94      | 91,00 |
| 7       | 5,62  | 16      | 12,98 | 70      | 62,50 | 87      | 81,94 | 95      | 92,40 |
| 8       | 6,43  | 17      | 13,80 | 80      | 73,59 | 88      | 83,19 | 96      | 93,80 |
| 9       | 7,24  |         |       |         |       |         |       |         |       |

**Points d'ébullition de l'alcool aqueux (Groning).**

| T.    | A <sub>1</sub> . | A <sub>2</sub> . | T.    | A <sub>1</sub> . | A <sub>2</sub> . | T.    | A <sub>1</sub> . | A <sub>2</sub> . | T.     | A <sub>1</sub> . | A <sub>2</sub> . |
|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|--------|------------------|------------------|
| 77°,2 | 92               | 93               | 80°,0 | 65               | 87               | 87°,5 | 20               | 71               | 95°,0  | 5                | 4                |
| 77°,5 | 90               | 92               | 81°,2 | 50               | 85               | 88°,7 | 18               | 68               | 96°,2  | 3                | 30               |
| 77°,8 | 85               | 91,5             | 82°,5 | 40               | 82               | 90°,0 | 15               | 66               | 97°,5  | 2                | 28               |
| 78°,2 | 80               | 90,5             | 83°,7 | 35               | 80               | 91°,2 | 12               | 61               | 98°,7  | 1                | 1                |
| 78°,7 | 75               | 90               | 85°,0 | 30               | 78               | 92°,5 | 10               | 55               | 100°,0 | 0                |                  |
| 79°,4 | 70               | 89               | 86°,2 | 25               | 76               | 93°,7 | 7                | 50               |        |                  |                  |

T, température de la vapeur; A<sub>1</sub>, Alcool p. 100 en volume dans le liquide bouillant; A<sub>2</sub>, alcool p. 100 en volume dans le produit qui distille.

**Points d'ébullition de l'alcool aqueux, le thermomètre étant plongé dans le liquide (Salleron).**

| Alcool pour 100 vol. | Point d'ébull. | Alcool pour 100 vol. | Point d'ébull. | Alcool pour 100 vol. | Point d'ébull. | Alcool pour 100 vol. | Point d'ébull. | Alcool pour 100 vol. | Point d'ébull. |
|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|----------------|
| 0                    | 100°           | 5                    | 95°,8          | 10                   | 92°,5          | 15                   | 90°,1          | 20                   | 88°,           |
| 1                    | 99,1           | 6                    | 95             | 11                   | 91,9           | 16                   | 89,7           | 21                   | 87,4           |
| 2                    | 98,3           | 7                    | 94,3           | 12                   | 91,5           | 17                   | 89,3           | 22                   | 87,0           |
| 3                    | 97,4           | 8                    | 93,6           | 13                   | 91             | 18                   | 88,9           | 23                   | 87,            |
| 4                    | 96,6           | 9                    | 93,0           | 14                   | 90,5           | 19                   | 88,6           | 24                   | 87             |



## RAPPORT DU POIDS DE L'AIR AU POIDS DE L'EAU.

D'après les recherches les plus récentes, le poids de l'air atmosphérique sec à Paris, à la température de la glace fondante et sous la pression de  $0^m,76$ , est, à volume égal,  $\frac{1}{773,28}$  de celui de l'eau distillée.

### Poids du litre d'air.

A Paris, à 60 mètres au-dessus du niveau de la mer, à la température zéro et sous la pression  $0^m,76$ , M. Regnault a trouvé que le litre d'air atmosphérique pèse  $1^sr,293187$ . On en conclut  $1^sr,292743$  pour le poids du litre d'air sous le parallèle de  $45$  degrés et au niveau de la mer.

Mais à la température centigrade  $t$ , sous la pression  $p$ , à la latitude  $L$  et à la hauteur  $h$  au-dessus du niveau de la mer, le rayon de la Terre étant  $R$ , le poids du décimètre cube d'air ou du litre d'air est donné par la formule

$$1^sr,292743 \frac{p}{(1+t.0,00366)76} (1-0,00265 \cos 2L) \left(1 - \frac{2h}{R}\right).$$

## POIDS SPÉCIFIQUES ET DENSITÉS DES GAZ,

PAR M. BERTHELOT.

---

Le Tableau suivant donne à la première colonne les *noms* des gaz simples et composés : on y a compris tous les corps qui prennent l'état gazeux à 20 degrés et au-dessous, c'est-à-dire à la température de l'été. On y a joint tous les corps simples dont on a mesuré la densité gazeuse, ainsi que la vapeur d'eau; mais on a pris soin de marquer d'un astérisque les corps qui ne sont pas gazeux à la température ordinaire.

La deuxième colonne renferme la *formule moléculaire* M de ces corps.

La troisième colonne contient le *poids moléculaire* des corps simples et composés, poids correspondant à cette formule M, et déterminé par des méthodes chimiques.

La quatrième colonne présente les *poids spécifiques* des gaz multipliés par 1000, c'est-à-dire le *poids d'un litre* P de chaque gaz, **exprimé en grammes**, et supposé ramené à la température de zéro et à la pression de 0<sup>m</sup>,760. Ce poids est calculé théoriquement, dans l'hypothèse que le gaz suive exactement les lois de Mariotte et de Gay-Lussac; on l'obtient en multipliant le poids du litre d'hydrogène, soit 0<sup>gr</sup>,08984, par la moitié du poids moléculaire du corps simple ou composé. Dans le cas

du phosphore et de l'arsenic, le poids spécifique offre une valeur double du chiffre calculé; dans le cas du mercure, du cadmium, de l'argon, de l'hélium, la valeur trouvée est, au contraire, la moitié du chiffre calculé.

On peut simplifier ce calcul en prenant comme multiplicateur le nombre 0,09 et en retranchant du produit final  $\frac{1}{562}$  de sa valeur; le résultat obtenu ne diffère pas du résultat exact d'une quantité appréciable à l'expérience :

$$(1) \quad P = 0,09 \left( 1 - \frac{1}{562} \right) \frac{M}{2}.$$

Pour obtenir le poids d'un litre du gaz, envisagé à une autre température  $t$  et à une autre pression  $H$ , il suffit de multiplier le nombre du Tableau par le rapport

$$\frac{1}{1 + 0,00367t} \times \frac{H}{760}.$$

Cependant cette formule n'est pas tout à fait rigoureuse, les poids moléculaires des gaz n'étant pas proportionnels aux densités réduites à  $0^\circ$  et  $0^m,760$ , mais à leurs densités limites. La valeur précédente devra donc être multipliée par un coefficient  $(1 - \epsilon)$ , qui exprime l'écart de la compressibilité du gaz envisagé, par rapport à celle du gaz parfait, entre une pression d'une atmosphère et une pression nulle.

En définitive, et en négligeant cette correction, le poids du litre d'un gaz simple ou composé, à une température et à une pression quelconques, peut être calculé par la formule générale

$$(2) \quad P' = 0,09 \left( 1 - \frac{1}{562} \right) \frac{M}{2} \frac{1}{1 + 0,00367t} \frac{H}{760}.$$

L'expérience prouve que cette formule approchée s'applique à tous les gaz et à toutes les vapeurs, *pourvu que ces gaz et vapeurs aient été amenés à un état tel qu'ils suivent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac*; conditions que les composés chimiques finissent, en général, par remplir, lorsqu'ils résistent à une température suffisamment élevée. Dans les limites où ils ne suivent pas ces lois, leur poids spécifique et leur densité ne sauraient être exprimés par un chiffre absolu, indépendant de la température et de la pression.

Dans le Tableau ci-contre, on donnera seulement les poids spécifiques et densités des corps gazeux à la pression et à la température ordinaires, ainsi que ceux des éléments supposés réduits aux mêmes conditions; les données analogues pour les autres corps composés n'offrant pas un intérêt aussi général et étant d'ailleurs susceptibles d'être calculées sans difficulté.

Observons en effet que la formule (2) s'applique à tout corps susceptible de prendre l'état gazeux, à une température et à une pression convenables. Pour un tel corps, qui ne serait pas gazeux à zéro et à 0<sup>m</sup>,760, la valeur de P exprimée par la formule (1) est fictive; mais elle reprend une signification précise, si l'on compare le poids du litre gazeux de ce corps avec le poids du litre gazeux d'un autre corps, dans les mêmes conditions de température et de pression, ces conditions étant telles que les deux corps soient réellement gazeux et obéissent aux lois de Mariotte et de Gay-Lussac. En effet, ces conditions étant remplies, les deux poids calculés d'après la formule (2) sont entre eux dans le rapport  $\frac{P'}{P'}$ , lequel est indépendant de la température et de la pression, c'est-à-dire qu'il est le même que

le rapport  $\frac{P}{P_1}$  calculé par la formule plus simple (1).

Cette remarque est très importante dans les applications.

Les *densités* théoriques des gaz se calculent en divisant le poids du litre du gaz,  $P$ , écrit à la cinquième colonne, par le poids du litre d'air à zéro et  $0^m,760$ , soit  $1^{sr},293187$ , d'après Regnault, ou plus simplement, dans la pratique des calculs,

$$1,3 \left( 1 - \frac{1}{200} - \frac{1}{200} \frac{1}{21} \right).$$

On peut encore les calculer directement, au moyen de la densité de l'hydrogène,  $0,06948$ , et de la moitié du poids moléculaire :

$$D = 0,06948 \times \frac{M}{2}.$$

Ce calcul se simplifie, en prenant comme multiplicateur le nombre  $0,07$ , et en retranchant du produit final  $\frac{1}{135}$  de sa valeur; le résultat obtenu ne diffère pas du résultat exact d'une quantité appréciable à l'expérience :

$$(3) \quad D = 0,07 \left( 1 - \frac{1}{135} \right) \frac{M}{2}.$$

Ces densités concordent, en général, avec les densités trouvées par expérience, les seules qu'il ait paru utile de reproduire ici.

On a tenu compte des déterminations récentes de MM. Rayleigh et Leduc.

## TABLEAU DES POIDS SPÉCIFIQUES

PAR

| NOMS                      | FORMULES<br>MOLÉCULAIRES | M    |     |
|---------------------------|--------------------------|------|-----|
| Oxygène.....              | O <sup>2</sup> .         | 16   | × 2 |
| Hydrogène.....            | H <sup>2</sup> .         | 2    |     |
| Azote.....                | Az <sup>2</sup> .        | 14   | × 2 |
| Argon.....                | Ar.                      | 40   |     |
| Hélium.....               | Hé.                      | 4    |     |
| Chlore.....               | Cl <sup>2</sup> .        | 35,5 | × 2 |
| *Brome.....               | Br <sup>2</sup> .        | 80   | × 2 |
| *Iode.....                | I <sup>2</sup> .         | 127  | × 2 |
| Fluor.....                | F <sup>2</sup> .         | 19   | × 2 |
| Ozone.....                | Oz = O <sup>3</sup>      | 16   | × 3 |
| *Soufre.....              | S <sup>2</sup> .         | 32   | × 2 |
| *Sélénium.....            | Se <sup>c</sup> .        | 79   | × 2 |
| *Tellure.....             | Te <sup>2</sup> .        | 127  | × 2 |
| *Phosphore.....           | P <sup>4</sup> .         | 31   | × 4 |
| *Arsenic.....             | As <sup>4</sup> .        | 75   | × 4 |
| *Mercure.....             | Hg.                      | 200  |     |
| *Cadmium.....             | Cd.                      | 112  |     |
| Acide chlorhydrique.....  | HCl.                     | 36,5 |     |
| Acide bromhydrique.....   | HBr.                     | 81   |     |
| Acide iodhydrique.....    | HI.                      | 128  |     |
| Acide fluorhydrique.....  | HF.                      | 20   |     |
| *Vapeur d'eau.....        | H <sup>2</sup> O.        | 18   |     |
| Acide sulfhydrique.....   | H <sup>2</sup> S.        | 34   |     |
| Acide sélénhydrique.....  | H <sup>2</sup> Se.       | 81   |     |
| Acide tellurhydrique..... | H <sup>2</sup> Te.       | 129  |     |
| Ammoniaque.....           | Az H <sup>3</sup> .      | 17   |     |
| Hydrogène phosphoré.....  | PH <sup>3</sup> .        | 34   |     |
| Hydrogène arsénié.....    | As H <sup>3</sup> .      | 78   |     |
| Hydrogène antimonié.....  | Sb H <sup>3</sup> .      | 125  |     |
| Hydrogène silicé.....     | Si H <sup>4</sup> .      | 32   |     |

## ET DENSITÉS DES GAZ,

M. BERTHELOT.

| POIDS DU LITRE<br>P | DENSITÉS<br>trouvées | OBSERVATEURS        |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1,4293              | 1,10520              | Regnault, Leduc.    |
| 0,08984             | 0,06948              | Rayleigh, Leduc.    |
| 1,2505              | 0,9670               |                     |
| 1,78                | 1,38                 | Rayleigh et Ramsay. |
| 0,18                | 0,139                | Langlet.            |
| 3,221               | 2,491                | Leduc.              |
| 7,18                | 5,54                 | Mitscherlich.       |
| 11,42               | 8,72 vers 300°       | Dumas.              |
|                     | 5,7 à 1500°          | V. Meyer.           |
| 1,71                | 1,265                | Moissan.            |
| 2,14                | 1,66                 | "                   |
| 2,88                | 6,51 à 506°          | Dumas.              |
|                     | 2,23 à 1040°         | Deville et Troost.  |
| 7,05                | 6,37 à 1040°         | Deville et Troost.  |
| 11,52               | 9,08 à 1390°         | Deville et Troost.  |
| 5,58                | 4,42 à 313°          | Dumas.              |
|                     | 4,5 à 1040°          | Deville et Troost.  |
| 13,48               | 10,6                 | Mitscherlich.       |
| 8,99                | 6,98                 | Dumas.              |
| 5,04                | 3,94 à 1040°         | Deville et Troost.  |
| 1,641               | 1,2692               | Leduc.              |
| 3,64                | 2,71                 | Lowig.              |
| 5,75                | 4,44                 | Gay-Lussac.         |
| 0,899               | 0,695 (calculée)     | "                   |
| 0,809               | 0,6235               | Gay-Lussac.         |
| 1,538               | 1,1895               | Leduc.              |
| 3,64                | 2,80                 | Bineau.             |
| 5,84                | 4,49                 | Bineau.             |
| 0,763               | 0,5971               | Leduc.              |
| 1,531               | 1,184 (calculée)     | "                   |
| 3,50                | 2,695                | Dumas.              |
| 5,62                | "                    | "                   |
| 1,43                | "                    | "                   |

# TABLEAU DES POIDS SPÉCIFIQUES

PAR

| NOMS                             | FORMULES<br>MOLECULAIRES   | M        |
|----------------------------------|----------------------------|----------|
| Protoxyde d'azote.....           | $Az^2O.$                   | 44       |
| Bioxyde d'azote.....             | $AzO.$                     | 30       |
| Acide azoteux.....               | $Az^2O^3.$                 | 76       |
| Acide hypoazotique.....          | $AzO^2.$                   | 46       |
| Acide sulfureux.....             | $SO^3.$                    | 32       |
| Oxyde de carbone.....            | $CO.$                      | 14       |
| Acide carbonique.....            | $CO^3.$                    | 22       |
| Acide hypochloreux.....          | $Cl^2O.$                   | 87       |
| Acide chloreux.....              | $Cl^2O^3.$                 | 119      |
| Acide hypochlorique.....         | $ClO^2.$                   | 67,5     |
| Oxysulfure de carbone.....       | $COS.$                     | 60       |
| Oxychlorure de carbone.....      | $COCl^2.$                  | 99       |
| Fluorure de carbone.....         | $CF^4.$                    | 88       |
| Chlorure de bore.....            | $BCl^3.$                   | 117,5    |
| Fluorure de bore.....            | $BF^3.$                    | 68       |
| Fluorure de silicium.....        | $SiF^4.$                   | 104      |
| Fluorure phosphoreux.....        | $P^2F^5.$                  | 88       |
| Fluorure phosphorique.....       | $PF^3.$                    | 126      |
| Oxyfluorure de phosphore.....    | $PF^3O.$                   | 104      |
| Tétrafluorure de carbone.....    | $CF^4.$                    | 88       |
| Perfluorure de soufre.....       | $SF^6.$                    | 146      |
| Acétylène.....                   | $(CH)^2$<br>ou $C^2H^2.$   | 13<br>26 |
| Éthylène ou gaz oléifiant.....   | $(CH^3)^2$<br>ou $C^2H^4.$ | 14<br>28 |
| Éthane ou hydrure d'éthylène...  | $(CH^3)^2$<br>ou $C^2H^6.$ | 15<br>30 |
| Formène, méthane, gaz des marais | $CH^4.$                    | 16       |
| Cyanogène.....                   | $(CAz)^2$<br>ou $C^2Az^2.$ | 26<br>52 |
| *Acide cyanhydrique.....         | $CAzH.$                    | 27       |



## ET DENSITÉS DES GAZ,

M. BERTHELOT (suite).

| POIDS DU LITRE<br>P | DENSITÉS<br>trouvées | OBSERVATEURS              |
|---------------------|----------------------|---------------------------|
| 1,979               | 1,530                | Leduc.                    |
| 1,344               | 1,039                | Bérard.                   |
| 3,41                | 2,64 (calculée)      |                           |
| 2,07                | 2,65 à 26°           |                           |
|                     | 1,57 à 183°          | Deville et Troost.        |
| 2,927               | 2,2634               | Leduc.                    |
| 1,258               | 0,9670               | Leduc, Rayleigh.          |
| 1,977               | 1,5287               | Regnault, Leduc, Rayleigh |
| 3,91                | 3,03 (calculée)      | "                         |
| 5,34                | 4,07 à 9°            | Brandau.                  |
| 3,034               | 2,33                 | Pébal.                    |
| 2,70                | 2,10                 | Than.                     |
| 4,44                | 3,46                 | Thomson.                  |
| 3,95                | 3,09                 | Moissan.                  |
| 5,28                | 3,94                 | Dumas.                    |
| 3,06                | 2,31                 | Dumas.                    |
| 4,68                | 3,60                 | Dumas.                    |
| 3,95                | 3,05                 | Moissan.                  |
| 5,66                | 4,39                 | Thorpe.                   |
| 4,67                | 3,71                 | Moissan.                  |
| 3,95                | 3,09                 | Moissan.                  |
| 6,56                | 5,03                 | Moissan.                  |
| 1,171               | 0,9056               | Berthelot, Leduc.         |
| 1,258               | 0,971                | Thomson.                  |
| 1,348               | 1,075                | Kolbe et Frankland.       |
| 0,718               | 0,558                | Thomson.                  |
| 2,338               | 1,806                | Gay-Lussac.               |
| 1,214               | 0,948                | Gay-Lussac.               |

## TABLEAU DES POIDS SPÉCIFIQUES

PAR

| NOMS                            | FORMULES<br>MOLECULAIRES           | M    |
|---------------------------------|------------------------------------|------|
| Chlorure de cyanogène.....      | $\text{CAz Cl.}$                   | 61,5 |
| Ether méthylchlorhydrique. .... | $\text{CH}^3 \text{Cl.}$           | 50,5 |
| Éther méthylbromhydrique.....   | $\text{CH}^3 \text{Br.}$           | 95   |
| Id. fluorhydrique.....          | $\text{CH}^3 \text{F.}$            | 34   |
| Éther méthylique.....           | $\text{C}^2 \text{H}^6 \text{O.}$  | 46   |
| Méthylamine.....                | $\text{CH}^3 \text{Az.}$           | 31   |
| Méthylphosphine.....            | $\text{CH}^3 \text{P.}$            | 48   |
| Bortriméthyle.....              | $\text{C}^3 \text{H}^9 \text{B.}$  | 56   |
|                                 | ou $(\text{CH}^3)^3 \text{B.}$     |      |
| Acétylène chloré.....           | $\text{C}^2 \text{H Cl.}$          | 60,5 |
| Ethylène chloré.....            | $\text{C}^2 \text{H}^2 \text{Cl.}$ | 62,5 |
| Ether chlorhydrique.....        | $\text{C}^2 \text{H}^2 \text{Cl.}$ | 64,5 |
| Ethylamine.....                 | $\text{C}^2 \text{H}^7 \text{Az.}$ | 45   |
| Allylène.....                   | $\text{C}^3 \text{H}^4.$           | 40   |
| Propylène.....                  | $\text{C}^3 \text{H}^6.$           | 42   |
| Propane ou hydrure de propylène | $\text{C}^3 \text{H}^8.$           | 44   |
| Diacétylène.....                | $\text{C}^4 \text{H}^4.$           | 52   |
| Crotonylène.....                | $\text{C}^4 \text{H}^6.$           | 54   |
| Butylène.....                   | $\text{C}^4 \text{H}^8.$           | 56   |
| Éthyle, Butane.....             | $\text{H}^{10}.$                   | 58   |

## ET DENSITÉS DES GAZ,

M. BERTHELOT (fin).

| POIDS DU LITRE<br>P | DENSITÉS<br>trouvées | OBSERVATEURS          |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 2,714               | "                    | "                     |
| 2,269               | 1,73                 | Dumas et Peligot.     |
| 1,27                | 3,25                 | Bunsen.               |
| 1,528               | 1,186                | Dumas et Peligot.     |
| 2,067               | 1,617                | Dumas et Peligot.     |
| 1,393               | 1,08                 | Izarn.                |
| 2,157               | 1,667 (calculée)     | "                     |
| 2,516               | 1,91                 | Frankland.            |
| 2,718               | 2,101 (calculée)     | "                     |
| 2,808               | 2,170 (calculée)     | "                     |
| 2,899               | 2,219                | Thenard.              |
| 2,022               | 1,58                 | Izarn.                |
| 1,798               | 1,388 (calculée)     | "                     |
| 1,887               | 1,498                | Berthelot et de Luca. |
| 1,978               | 1,53 (calculée)      | "                     |
| 2,338               | 1,81 (calculée)      | "                     |
| 2,428               | 1,88 (calculée)      | "                     |
| 2,516               | 1,99                 | Kolbe.                |
| 2,605               | 2,05                 | Frankland.            |

**TENSION DE LA VAPEUR D'EAU,**  
**Suivant Regnault.**

| TEMPÉ-<br>RATURES | TENSIONS<br>en mill.<br>de<br>mercure | TEMPÉ-<br>RATURES | TENSIONS<br>en mill.<br>de<br>mercure | TEMPÉ-<br>RATURES | TENSIONS<br>en mill.<br>de<br>mercure | TEMPÉ-<br>RATURES | TENSIONS<br>en mill.<br>de<br>mercure |
|-------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
|                   | mm                                    |                   | mm                                    |                   | mm                                    |                   | mm                                    |
| - 32°             | 0,32                                  | 1°                | 4,94                                  | 34°               | 39,57                                 | 67°               | 204,38                                |
| 31                | 0,35                                  | 2                 | 5,30                                  | 35                | 41,83                                 | 68                | 213,60                                |
| 30                | 0,39                                  | 3                 | 5,69                                  | 36                | 44,20                                 | 69                | 223,17                                |
| 29                | 0,42                                  | 4                 | 6,10                                  | 37                | 46,69                                 | 70                | 233,09                                |
| 28                | 0,46                                  | 5                 | 6,53                                  | 38                | 49,30                                 | 71                | 243,39                                |
| 27                | 0,50                                  | 6                 | 7,00                                  | 39                | 52,04                                 | 72                | 254,07                                |
| 26                | 0,55                                  | 7                 | 7,49                                  | 40                | 54,91                                 | 73                | 265,15                                |
| 25                | 0,60                                  | 8                 | 8,02                                  | 41                | 57,91                                 | 74                | 276,62                                |
| 24                | 0,66                                  | 9                 | 8,57                                  | 42                | 61,06                                 | 75                | 288,52                                |
| 23                | 0,72                                  | 10                | 9,16                                  | 43                | 64,35                                 | 76                | 300,84                                |
| 22                | 0,78                                  | 11                | 9,79                                  | 44                | 67,79                                 | 77                | 313,60                                |
| 21                | 0,85                                  | 12                | 10,46                                 | 45                | 71,39                                 | 78                | 326,81                                |
| 20                | 0,93                                  | 13                | 11,16                                 | 46                | 75,16                                 | 79                | 340,49                                |
| 19                | 1,01                                  | 14                | 11,91                                 | 47                | 79,09                                 | 80                | 354,64                                |
| 18                | 1,09                                  | 15                | 12,70                                 | 48                | 83,20                                 | 81                | 369,29                                |
| 17                | 1,19                                  | 16                | 13,54                                 | 49                | 87,50                                 | 82                | 384,44                                |
| 16                | 1,29                                  | 17                | 14,42                                 | 50                | 91,98                                 | 83                | 400,10                                |
| 15                | 1,40                                  | 18                | 15,36                                 | 51                | 96,66                                 | 84                | 416,30                                |
| 14                | 1,52                                  | 19                | 16,35                                 | 52                | 101,54                                | 85                | 433,04                                |
| 13                | 1,65                                  | 20                | 17,39                                 | 53                | 106,64                                | 86                | 450,34                                |
| 12                | 1,78                                  | 21                | 18,49                                 | 54                | 111,95                                | 87                | 468,22                                |
| 11                | 1,93                                  | 22                | 19,66                                 | 55                | 117,48                                | 88                | 486,69                                |
| 10                | 2,09                                  | 23                | 20,89                                 | 56                | 123,24                                | 89                | 505,76                                |
| 9                 | 2,27                                  | 24                | 22,18                                 | 57                | 129,25                                | 90                | 525,45                                |
| 8                 | 2,46                                  | 25                | 23,55                                 | 58                | 135,51                                | 91                | 545,78                                |
| 7                 | 2,66                                  | 26                | 24,99                                 | 59                | 142,02                                | 92                | 566,76                                |
| 6                 | 2,88                                  | 27                | 26,51                                 | 60                | 148,79                                | 93                | 588,41                                |
| 5                 | 3,11                                  | 28                | 28,10                                 | 61                | 155,84                                | 94                | 610,74                                |
| 4                 | 3,37                                  | 29                | 29,78                                 | 62                | 163,17                                | 95                | 633,78                                |
| 3                 | 3,64                                  | 30                | 31,55                                 | 63                | 170,79                                | 96                | 657,54                                |
| 2                 | 3,94                                  | 31                | 33,41                                 | 64                | 178,71                                | 97                | 682,03                                |
| - 1               | 4,26                                  | 32                | 35,36                                 | 65                | 186,95                                | 98                | 707,26                                |
| 0                 | 4,60                                  | 33                | 37,41                                 | 66                | 195,50                                | 99                | 733,21                                |
| + 1               | 4,94                                  | 34                | 39,57                                 | 67                | 204,38                                | 100               | 760,00                                |

**TENSION DE LA VAPEUR D'EAU,**  
**Suivant Regnault.**

| TEMPÉ-<br>RATURES | TENSIONS                 |                | TEMPÉ-<br>RATURES | TENSIONS                 |                |
|-------------------|--------------------------|----------------|-------------------|--------------------------|----------------|
|                   | en millim.<br>de mercure | en<br>atmosph. |                   | en millim.<br>de mercure | en<br>atmosph. |
|                   | mm                       |                |                   | m                        |                |
| 100°              | 760,00                   | 1,000          | 130°              | 2030,3                   | 2,671          |
| 101               | 787,59                   | 1,036          | 131               | 2091,9                   | 2,752          |
| 102               | 816,01                   | 1,074          | 132               | 2155,0                   | 2,836          |
| 103               | 845,28                   | 1,112          | 133               | 2219,7                   | 2,921          |
| 104               | 875,41                   | 1,152          | 134               | 2285,9                   | 3,008          |
| 105               | 906,41                   | 1,193          | 135               | 2353,7                   | 3,097          |
| 106               | 938,31                   | 1,235          | 136               | 2423,2                   | 3,188          |
| 107               | 971,14                   | 1,278          | 137               | 2494,2                   | 3,282          |
| 108               | 1004,91                  | 1,322          | 138               | 2567,0                   | 3,378          |
| 109               | 1039,65                  | 1,368          | 139               | 2641,4                   | 3,476          |
| 110               | 1070,37                  | 1,415          | 140               | 2717,6                   | 3,576          |
| 111               | 1112,09                  | 1,463          | 141               | 2795,6                   | 3,678          |
| 112               | 1149,83                  | 1,513          | 142               | 2875,3                   | 3,783          |
| 113               | 1188,61                  | 1,564          | 143               | 2956,9                   | 3,891          |
| 114               | 1228,47                  | 1,616          | 144               | 3040,3                   | 4,000          |
| 115               | 1269,41                  | 1,671          | 145               | 3125,6                   | 4,113          |
| 116               | 1311,47                  | 1,726          | 146               | 3212,7                   | 4,227          |
| 117               | 1354,66                  | 1,782          | 147               | 3301,9                   | 4,345          |
| 118               | 1399,02                  | 1,841          | 148               | 3393,0                   | 4,464          |
| 119               | 1444,55                  | 1,901          | 149               | 3486,1                   | 4,587          |
| 120               | 1491,28                  | 1,963          |                   |                          |                |
| 121               | 1539,25                  | 2,025          |                   |                          |                |
| 122               | 1588,47                  | 2,090          | 150               | 3581,2                   | 4,712          |
| 123               | 1638,96                  | 2,157          | 160               | 4651,6                   | 6,121          |
| 124               | 1690,76                  | 2,225          | 170               | 5961,7                   | 7,844          |
| 125               | 1743,88                  | 2,295          | 180               | 7546,4                   | 9,929          |
| 126               | 1798,35                  | 2,366          | 190               | 9442,7                   | 12,425         |
| 127               | 1854,20                  | 2,440          | 200               | 11689,0                  | 15,380         |
| 128               | 1911,47                  | 2,515          | 210               | 14324,8                  | 18,848         |
| 129               | 1970,15                  | 2,592          | 220               | 17390,4                  | 22,882         |
| 130               | 2030,28                  | 2,671          | 230               | 20926,4                  | 27,535         |

## TENSION DE VAPEUR

des solutions d'acide sulfurique  
en millimètres de mercure.

| DEGRÉS<br>Baumé | POIDS<br>spécifique | $H^2SO_4$<br>pour 100 | TEMPÉRATURES |     |     |      |      |      |      |      |
|-----------------|---------------------|-----------------------|--------------|-----|-----|------|------|------|------|------|
|                 |                     |                       | 10°          | 15° | 20° | 25°  | 30°  | 35°  | 40°  | 45°  |
| 36,9            | 1,344               | 44                    | 4,4          | 6,1 | 8,5 | 11,5 | 15,5 | 20,9 | 28,1 | 37,4 |
| 38,3            | 1,361               | 46                    | 4,0          | 5,5 | 7,7 | 10,5 | 14,5 | 19,7 | 26,3 | 33,6 |
| 39,7            | 1,380               | 48                    | 3,7          | 5,0 | 7,1 | 9,6  | 13,4 | 18,1 | 23,9 | 30,5 |
| 41,1            | 1,398               | 50                    | 3,3          | 4,5 | 6,5 | 8,8  | 12,0 | 16,4 | 21,4 | 27,4 |
| 42,5            | 1,417               | 52                    | 3,0          | 4,0 | 5,8 | 7,9  | 10,9 | 14,5 | 18,9 | 24,1 |
| 44              | 1,438               | 54                    | 2,6          | 3,6 | 5,0 | 7,0  | 9,5  | 12,5 | 16,5 | 21,1 |
| 45,4            | 1,459               | 56                    | 2,2          | 3,1 | 4,3 | 6,0  | 8,1  | 11,0 | 14,2 | 18,5 |
| 46,8            | 1,479               | 58                    | 1,9          | 2,6 | 3,6 | 5,1  | 7,2  | 9,1  | 12,0 | 15,8 |
| 48,3            | 1,503               | 60                    | 1,6          | 2,1 | 3,0 | 4,3  | 6,1  | 7,5  | 10,0 | 13,0 |
| 49,7            | 1,524               | 62                    | 1,4          | 1,8 | 2,6 | 3,6  | 5,0  | 6,5  | 8,1  | 10,5 |
| 51              | 1,546               | 64                    | 1,2          | 1,6 | 2,2 | 3,0  | 4,0  | 5,5  | 6,5  | 8,2  |
| 52,3            | 1,569               | 66                    | 1,1          | 1,4 | 1,8 | 2,5  | 3,5  | 4,5  | 5,4  | 6,5  |
| 53,7            | 1,592               | 68                    | 0,9          | 1,2 | 1,5 | 2,1  | 3,0  | 3,8  | 4,5  | 5,4  |
| 55              | 1,615               | 70                    | 0,8          | 1,0 | 1,3 | 1,8  | 2,5  | 3,3  | 3,8  | 4,4  |
| 56,2            | 1,639               | 72                    | 0,7          | 0,8 | 1,0 | 1,4  | 2,0  | 2,8  | 3,2  | 3,6  |
| 57,5            | 1,662               | 74                    | 0,5          | 0,6 | 0,6 | 1,2  | 1,7  | 2,1  | 2,6  | 3,1  |
| 58,9            | 1,690               | 76                    | 0,4          | 0,4 | 0,5 | 1,0  | 1,4  | 1,8  | 2,1  | 2,5  |
| 60              | 1,710               | 78                    | 0,3          | 0,3 | 0,4 | 0,8  | 1,1  | 1,4  | 1,7  | 2,1  |
| 61              | 1,732               | 80                    | 0,2          | 0,2 | 0,3 | 0,6  | 0,8  | 1,1  | 1,3  | 1,6  |
| 62,1            | 1,754               | 82                    | 0,1          | 0,1 | 0,2 | 0,4  | 0,5  | 0,5  | 0,9  | 1,1  |

## TENSION DE VAPEUR

des solutions d'acide sulfurique  
en millimètres de mercure (fin).

| DEGRÉS<br>Baumé | POIDS<br>spécifique | H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup><br>pour 100 | TEMPÉRATURES |      |      |      |       |       |       |
|-----------------|---------------------|--|--------------|------|------|------|-------|-------|-------|
|                 |                     |  | 50°          | 55°  | 60°  | 65°  | 70°   | 75°   | 80°   |
| 36,9            | 1,344               | 44   | 48,3         | »    | »    | »    | »     | »     | »     |
| 38,3            | 1,361               | 46   | 44,4         | 59,6 | 76,5 | 96,4 | »     | »     | »     |
| 39,7            | 1,380               | 48   | 40,1         | 53,5 | 69,0 | 86,8 | 107,2 | 132,1 | »     |
| 41,1            | 1,398               | 50   | 35,9         | 47,4 | 61,3 | 77,0 | 95,6  | 118,1 | 152,0 |
| 42,5            | 1,417               | 52   | 31,5         | 41,5 | 54,0 | 67,9 | 84,5  | 104,5 | 131,2 |
| 44              | 1,438               | 54   | 27,8         | 36,2 | 47,2 | 59,9 | 74,8  | 92,6  | 116,1 |
| 45,4            | 1,459               | 56   | 24,1         | 31,0 | 41,6 | 51,6 | 65,0  | 80,6  | 100,9 |
| 46,8            | 1,479               | 58   | 20,4         | 26,1 | 34,5 | 44,0 | 55,4  | 68,4  | 86,2  |
| 48,3            | 1,503               | 60   | 16,9         | 21,6 | 28,7 | 36,7 | 46,1  | 56,7  | 72,3  |
| 49,7            | 1,524               | 62   | 13,9         | 17,7 | 23,9 | 30,0 | 37,7  | 46,2  | 59,7  |
| 51              | 1,546               | 64   | 10,9         | 14,0 | 18,7 | 23,9 | 30,3  | 37,4  | 48,0  |
| 52,3            | 1,569               | 66   | 8,9          | 11,5 | 15,2 | 19,1 | 24,2  | 30,3  | 39,0  |
| 53,7            | 1,592               | 68   | 7,2          | 9,5  | 12,3 | 15,4 | 19,4  | 24,4  | 31,4  |
| 55              | 1,615               | 70   | 5,9          | 7,5  | 9,5  | 12,1 | 15,5  | 19,8  | 25,5  |
| 56,2            | 1,639               | 72   | 4,8          | 6,0  | 7,5  | 9,5  | 12,0  | 15,4  | 20,0  |
| 57,5            | 1,662               | 74   | 3,9          | 4,9  | 6,0  | 7,5  | 9,5   | 12,1  | 15,4  |
| 58,9            | 1,690               | 76   | 3,0          | 4,0  | 4,8  | 5,9  | 7,5   | 9,5   | 11,8  |
| 60              | 1,710               | 78   | 2,4          | 3,0  | 3,5  | 4,0  | 5,7   | 7,5   | 8,5   |
| 61              | 1,732               | 80   | 1,9          | 2,4  | 2,9  | 3,8  | 4,1   | 5,0   | 6,2   |
| 62,1            | 1,754               | 82   | 1,4          | 1,7  | 2,0  | 2,3  | 2,7   | 3,2   | 3,9   |

## TENSION DE VAPEUR

de différents liquides en centimètres  
de mercure, d'après Regnault.

| TEMPÉRATURE                                    | ALCOOL | ALCOOL<br>méthylique | ÉTHÉR | SULFURE<br>de carbone | ESSENCE<br>de térébenthine | CHLOROFORME | BENZINE |
|--|--------|----------------------|-------|-----------------------|----------------------------|-------------|---------|
| - 30 <sup>0</sup>                              | .....  | 0,3                  | ..... | .....                 | .....                      | .....       | .....   |
| - 20   | 0,34   | 0,6                  | 6,9   | 4,7                   | .....                      | .....       | 0,58    |
| - 10   | 0,64   | 1,35                 | 11,5  | 7,9                   | .....                      | .....       | 1,3     |
| 0  | 1,27   | 2,7                  | 18,4  | 12,8                  | 0,2                        | .....       | 2,5     |
| 10   | 2,42   | 5                    | 28,7  | 19,9                  | 0,3                        | .....       | 4,5     |
| 20   | 4,45   | 8,9                  | 42,3  | 29,8                  | 0,45                       | 16          | 7,6     |
| 30   | 7,85   | 15                   | 63,5  | 43,5                  | 0,69                       | 24,7        | 12      |
| 40   | 13,4   | 24,4                 | 90,7  | 61,7                  | 1,1                        | 37          | 18,4    |
| 50   | 22     | 38,2                 | 126,5 | 85,7                  | 1,7                        | 53,5        | 27,1    |
| 60   | 35     | 58                   | 172,5 | 116,4                 | 2,7                        | 75,5        | 39      |
| 70   | 54,1   | 85,7                 | 230,5 | 155                   | 4,1                        | 104,2       | 54,7    |
| 80   | 81,3   | 124                  | 302,3 | 203                   | 6,1                        | 140,7       | 75,2    |
| 90   | 118,9  | 174                  | 390   | 262                   | 9,1                        | 186,5       | 101,3   |
| 100  | 169,7  | 240                  | 495   | 332                   | 13,1                       | 243         | 134     |
| 110  | 236,8  | 326                  | 621   | 416                   | 18,6                       | 311         | 171,5   |
| 120  | 323,2  | 434                  | 772   | 515                   | 25,7                       | 393         | 223,5   |
| 130  | 423,3  | 570                  | ..... | 630                   | 34,9                       | 488         | 282,5   |
| 140  | 567,5  | 734                  | ..... | 760                   | 46,4                       | 600         | 352     |
| 150  | 731,8  | 937                  | ..... | 910                   | 60,5                       | 728         | 433     |
| 160  | .....  | .....                | ..... | .....                 | 77,5                       | 873         | 527     |
| 170  | .....  | .....                | ..... | .....                 | 97,5                       | .....       | 634     |
| 180  | .....  | .....                | ..... | .....                 | 121                        | .....       | .....   |
| 190  | .....  | .....                | ..... | .....                 | 147                        | .....       | .....   |
| 200  | .....  | .....                | ..... | .....                 | 177                        | .....       | .....   |
| 210  | .....  | .....                | ..... | .....                 | .....                      | .....       | .....   |
| Point<br>d'ébullition<br>sous 76 <sup>em</sup> | 78,26  | 66,78                | 34,97 | 46,20                 | 159,2                      | 60,16       | 80,3    |



## TENSION DE VAPEUR

de différents liquides en centimètres  
de mercure (fin).

| TEMPÉRATURE                        | TÉTRACHLORURE<br>de carbone | CHLORURE<br>d'éthyle | BROMURE<br>d'éthyle | IODURE<br>d'éthyle | ACÉTONE | BROMURE<br>d'éthylène | TRICHLORURE<br>de phosphore |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------|-----------------------|-----------------------------|
| - 30                               | .....                       | 11                   | 3,2                 | .....              | .....   | .....                 | .....                       |
| - 20                               | 0,98                        | 18,8                 | 5,9                 | .....              | .....   | 0,17                  | .....                       |
| - 10                               | 1,85                        | 30,2                 | 10,1                | .....              | .....   | 0,25                  | .....                       |
| 0                                  | 3,3                         | 46,5                 | 16,5                | 4,2                | .....   | 0,4                   | 3,8                         |
| 10                                 | 5,6                         | 69,1                 | 25,7                | 6,9                | .....   | 0,65                  | 6,3                         |
| 20                                 | 9,1                         | 99,6                 | 38,7                | 11                 | 18      | 1,1                   | 10                          |
| 30                                 | 14,2                        | 139,9                | 56,5                | 16,9               | 28      | 1,7                   | 15,5                        |
| 40                                 | 21,5                        | 162                  | 80,2                | 25,2               | 42      | 2,7                   | 23,4                        |
| 50                                 | 31,5                        | 257,9                | 111,3               | 36,4               | 60,3    | 4,3                   | 34,1                        |
| 60                                 | 44,8                        | 340                  | 151,2               | 51,2               | 86      | 6,6                   | 48,6                        |
| 70                                 | 62,1                        | 440,5                | 201,5               | .....              | 118,9   | 9,8                   | 67,4                        |
| 80                                 | 84,3                        | 561,4                | 263,9               | .....              | 161,1   | 14,4                  | .....                       |
| 90                                 | 112,2                       | 704,7                | 339,9               | .....              | 214,2   | 20,7                  | .....                       |
| 100                                | 146,7                       | 872,3                | 431,2               | .....              | 279,7   | 29                    | .....                       |
| 110                                | 188,7                       | .....                | 539,4               | .....              | 359,4   | 40                    | .....                       |
| 120                                | 239,4                       | ...                  | 665,8               | .....              | 454,7   | 54,5                  | .....                       |
| 130                                | 299,7                       | .....                | 811,6               | ...                | 567     | 72,6                  | .....                       |
| 140                                | 371                         | .....                | 978                 | ...                | 697,5   | 95                    | .....                       |
| 150                                | 454,3                       | .....                | .....               | .....              | .....   | 123                   | .....                       |
| 160                                | 551,3                       | .....                | .....               | .....              | .....   | 157                   | .....                       |
| 170                                | 663,4                       | .....                | .....               | .....              | .....   | 198                   | .....                       |
| 180                                | 792,4                       | .....                | .....               | .....              | .....   | 246                   | .....                       |
| 190                                | 939,9                       | .....                | .....               | .....              | .....   | 302                   | .....                       |
| 200                                | .....                       | .....                | .....               | .....              | .....   | 367                   | .....                       |
| 210                                | .....                       | .....                | .....               | .....              | .....   | 441                   | .....                       |
| Point<br>d'ébullition<br>sous 76cm | 76,5                        | 12,5                 | 38,37               | 72,2               | 56,3    | 131,6                 | 73,8                        |

# **TENSION DE VAPEUR DE QUELQUES GAZ LIQUÉFIÉS,** en centimètres de mercure (REGNAULT).

| TEMPÉRATURE                               | Acide sulfureux | Oxyde de méthyle | Chloreure de méthyle | Ammoniaque | Hydrogène sulfure | Acide carbonique | Protoxyde d'azote | Cyano-gène |
|---|-----------------|------------------|----------------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|------------|
| — 30                                      | 28,7            | 57,6             | 58                   | 86         | ...               | ...              | ...               | ...        |
| — 25                                      | 37,4            | 71,6             | 72                   | 110        | 375               | 1300             | 1570              | ...        |
| — 20                                      | 48              | 88               | 88                   | 140        | 444               | 1515             | 1760              | 79         |
| — 15                                      | 60,8            | 108              | 108                  | 174        | 520               | 1760             | 1970              | 111        |
| — 10                                      | 76,3            | 131              | 131                  | 215        | 608               | 2035             | 2200              | 140        |
| — 5                                       | 94,7            | 157              | 158                  | 262        | 707               | 2345             | 2460              | 174        |
| 0   | 116,5           | 188              | 189                  | 318        | 821               | 2700             | 2740              | 204        |
| 5   | 142             | 223              | 225                  | 383        | 950               | 3070             | 3060              | 240        |
| 10  | 180             | 263              | 267                  | 457        | 1090              | 3500             | 3420              | 290        |
| 15  | 206,5           | 308              | 313                  | 542        | 1230              | 3965             | 3780              | 335        |
| 20  | 246             | 359              | 367                  | 639        | 1415              | 4470             | 4200              | 380        |
| 25  | 292             | 415              | 427                  | 748        | 1600              | 5020             | 4670              | ...        |
| 30  | 343             | 478              | 494                  | 870        | 1800              | 5610             | 5170              | ...        |
| 35  | 402             | ...              | 570                  | 1007       | 2020              | 6245             | 5730              | ...        |
| 40  | 467             | ...              | ...                  | 1160       | 2260              | 6920             | 6340              | ...        |
| 45  | 540             | ...              | ...                  | 1330       | 2500              | 7352             | ...               | ...        |
| 50  | 622             | ...              | ...                  | 1516       | 2780              | ...              | ...               | ...        |
| 55  | 742             | ...              | ...                  | 1722       | 3070              | ...              | ...               | ...        |
| 60  | 812             | ...              | ...                  | 1950       | 3375              | ...              | ...               | ...        |
| Point d'ébullition sous 76 <sup>cm.</sup> | — 10,08         | — 23,65          | — 23,73              | — 38,5     | — 61,8            | — 78,2           | — 87,9            | — 20,7     |

# POINTS DE LIQÉFACTION, D'ÉBULLITION ET DE SOLIDIFICATION DES GAZ LIQÉFIÉS

383

| GAZ                   | FORMULE                          | POINT                  |                   |           | AUTEURS                |
|-----------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------|-----------|------------------------|
|                       |                                  | d'ébullition           | de solidification | de fusion |                        |
| Acide carbonique..... | CO <sup>2</sup>                  | — 78,2                 | °                 | °         | Chappuis.              |
| » fluorhydrique....   | FlH                              | — 186,9 <sup>(1)</sup> | — 102,5           | — 92,3    | Olszewski,             |
| Argon.....            | A                                | — 194,3 <sup>2</sup>   | — 191             |           | Olszewski.             |
| Azote.....            | Az <sup>2</sup>                  | — 193,0                | — 203             |           | Wroblewski.            |
| » .....               | »                                |                        | — 214             |           | Wroblewski.            |
| » .....               | »                                | — 153,6                | — 167             |           | Olszewski.             |
| Bioxyde d'azote.....  | AzO                              | — 38,6 <sup>2</sup>    |                   |           | Olszewski.             |
| Chlore.....           | Cl <sup>2</sup>                  | — 33,6                 | — 103             |           | Regnault.              |
| » .....               | »                                | — 20,7                 |                   |           | Knietsch.              |
| Cyanogène.....        | (CAz) <sup>2</sup>               | — 102,4                |                   |           | Chappuis et Rivière.   |
| Ethylène.....         | (C <sup>2</sup> H <sup>4</sup> ) | — 102,5                | — 169             |           | Cailliet et Colardeau. |
| » .....               | »                                | — 103,55               |                   |           | Olszewski.             |
| » .....               | »                                |                        | — 223             |           | Wroblewski.            |
| Fluor.....            | F <sup>2</sup>                   | — 187                  |                   |           | Moissan et Dewar.      |

(<sup>1</sup>) A 740<sup>mm</sup>, 5.

# POINTS DE LIQÉFACTION, D'ÉBULLITION ET DE SOLIDIFICATION DES GAZ LIQÉFIÉS (fin).

| GAZ                     | FORMULE           | POINT        |                   |           | AUTEURS                |
|-------------------------|-------------------|--------------|-------------------|-----------|------------------------|
|                         |                   | d'ébullition | de solidification | de fusion |                        |
| Hélium .....            | He                | -267°        | °                 | °         | Travers.               |
| Hydrogène .....         | H                 | -243,5       | -256              |           | Dewar.                 |
| » .....                 | »                 | 258,9 (1)    |                   |           |                        |
| Hydrogène antimonié ..  | SbH <sup>3</sup>  | -18,0        |                   | -91,5     | Olszewski.             |
| Hydrogène phosphoré ..  | PH <sup>3</sup>   | -85,0        | -133,5            | -32,5     | Olszewski.             |
| Hydrogène sélénié ..... | SeH <sup>2</sup>  | -41,0        | -68               |           | Olszewski.             |
| Hydrogène sulfuré ..... | SH <sup>2</sup>   | -63,5        | -91,0             |           | Olszewski.             |
| Krypton .....           | Kr                | -151,7       | -169              |           | Ramsay.                |
| Oxygène .....           | O <sup>2</sup>    | -184         |                   |           | Wroblewski.            |
| » .....                 | »                 | -182,4/6     |                   |           | Wroblewski.            |
| » .....                 | »                 | -181,4       |                   |           | Olszewski.             |
| Ozone .....             | O <sup>3</sup>    | -106,0       |                   |           | Olszewski.             |
| Protoxyde d'azote ..... | Az <sup>2</sup> O | -88,8        |                   |           | Cailliet et Colardeau. |

(1) Pression 49<sup>mm</sup>.

## CHALEURS SPÉCIFIQUES.

La *chaleur spécifique* ou *capacité calorifique* moyenne  $C_t'$  d'un corps entre deux températures  $t$  et  $t_1$  est le quotient de la quantité de chaleur  $\Delta Q$  absorbée par l'unité de poids du corps pour passer de  $t$  à  $t_1$ , par la différence de température  $t_1 - t$  :

d'où  $C_t' = \frac{\Delta Q}{t_1 - t}$ . Ce coefficient représente sensi-

blement la *chaleur spécifique vraie*  $C_t$  à la température moyenne  $\frac{1}{2}(t + t_1)$ . La définition exacte de  $C_t$  est la limite du rapport ci-dessus lorsque la température  $t_1$  se rapproche indéfiniment de  $t$ . On déduit  $C_t$  de la formule empirique qui exprime la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer l'unité de poids du corps de zéro à  $t$

$$Q = at + bt^2 + \dots \quad \text{d'où} \quad C_t = \frac{dQ}{dt} = a + 2bt.$$

Le coefficient  $b$  est toujours positif, car la chaleur spécifique croît avec la température, souvent avec rapidité (*bore, silicium et carbone*).

L'unité de quantité de chaleur ou *calorie* est celle qui élève de zéro à 1° C. l'unité de poids d'eau : on distingue la *grande calorie* lorsque l'unité de poids est le kilogramme; la *petite calorie*, mille fois plus petite, si l'unité est le gramme.

**LOI DE DULONG ET PETIT.** — *Le produit de la chaleur spécifique par l'équivalent chimique rapporté à l'hydrogène est un nombre constant et égal à 3<sup>cal</sup>, 30 environ ou à un multiple simple de ce nombre.* Les poids atomiques étant choisis de manière à satisfaire à cette loi, on peut énoncer la loi ainsi : *La chaleur atomique des corps simples est constante et égale à 3<sup>cal</sup>, 30; elle est, d'après Wœstyn, indépendante de l'état de liberté ou de combinaison chimique, ce qui permet de calculer la chaleur spécifique des composés d'après leur formule.*

Mais ces lois ne sont qu'approchées : la variation inégale des chaleurs spécifiques avec la température, l'influence de l'état physique, etc., amènent des erreurs parfois considérables.

## CHALEURS SPÉCIFIQUES.

| NOMS<br>DES SUBSTANCES | CHALEURS<br>SPÉCIFIQUES              | AUTEURS   |
|------------------------|--------------------------------------|-----------|
| <i>Corps simples</i>   |                                      |           |
| Aluminium .....        | 0,21224 (15°-100°)                   | Regnault. |
| Antimoine .....        | 0,05077 »                            | Regnault. |
| Argent .....           | 0,05701 »                            | Regnault. |
| Arsenic .....          | 0,08140 »                            | Regnault. |
| Azote .....            | 0,24380 »                            | Regnault. |
| Bismuth .....          | 0,03084 »                            | Regnault. |
| Bore .....             | Très variable<br>avec la température | »         |
| Brome { solide .....   | 0,05552                              | Regnault  |
| { liquide .....        | 0,107                                | »         |
| { gazeux .....         | 0,08432                              | »         |
| Cadmium .....          | 0,0548 (15°-100°)                    | Bunsen.   |
| Carbone .....          | Très variable.                       |           |
| Chlore gazeux .....    | 0,12199 (15°-100°)                   | Regnault. |
| Cobalt .....           | 0,10696 »                            | Regnault. |
| Cuivre .....           | 0,09515 »                            | Regnault. |
| Étain .....            | 0,05623 »                            | Regnault. |
| Fer .....              | 0,112359 (à 50°)                     | Byström.  |
|                        | 0,403149 (1400°)                     | »         |
| Hydrogène .....        | 3,4090 (15°-100°)                    | Regnault. |
| Iode .....             | 0,05412 »                            | Regnault. |
| Magnésium .....        | 0,245 »                              | Kopp.     |
| Mercure { solide ..... | 0,03192 (78°-40°)                    | Regnault. |
| { liquide .....        | 0,03332 (15°-100°)                   | Regnault. |
| Nickel .....           | 0,10195 »                            | Regnault. |
| Or .....               | 0,03244 »                            | Regnault. |

## CHALEURS SPÉCIFIQUES (suite).

| NOMS<br>DES SUBSTANCES | CHALEURS<br>SPÉCIFIQUES | AUTEURS |
|------------------------|-------------------------|---------|
|------------------------|-------------------------|---------|

*Corps simples (suite)*

|                        |                |            |           |
|------------------------|----------------|------------|-----------|
| Oxygène .....          | 0,21751        | »          | Regnault. |
| Palladium .....        | 0,0592         | »          | Violle.   |
| Platine .....          | 0,0323         | (0°-100°)  | Violle.   |
|                        | 0,0377         | (0°-1000°) | Violle.   |
| Plomb .....            | 0,03140        | (15°-100°) | Regnault. |
| Sélénium { vitreux.... | 0,07468        | »          | Regnault. |
| { métallique           | 0,07446        | »          | Regnault. |
| Silicium .....         | Très variable. |            |           |
| Soufre .....           | 0,1761         | (15°-100°) | Regnault. |
| Tellure .....          | 0,05165        | »          | Regnault. |
| Thallium .....         | 0,03355        | »          | Regnault. |
| Zinc .....             | 0,0935         | »          | Bunsen.   |

*Solides*

|                         |         |            |           |
|-------------------------|---------|------------|-----------|
| Laiton .....            | 0,095   | (15°-100°) |           |
| Verre .....             | 0,198   | »          | Regnault. |
| Spath d'Islande .....   | 0,20858 | »          | Regnault. |
| Marbre blanc .....      | 0,21585 | »          | Regnault. |
| Fluorine .....          | 0,21492 | »          | Regnault. |
| Corindon .....          | 0,19762 | »          | Regnault. |
| Etain oxydé .....       | 0,09326 | »          | Regnault. |
| Rutile .....            | 0,17032 | »          | Regnault. |
| Quartz .....            | 0,19132 | »          | Regnault. |
| Gypse calciné .....     | 0,19656 | »          | Regnault. |
| Sulfate de baryte ..... | 0,11285 | »          | Regnault. |
| Pyrite .....            | 0,13009 | »          | Regnault. |

**CHALEURS SPÉCIFIQUES** (suite).

| NOMS<br>DES SUBSTANCES | CHALEURS<br>SPÉCIFIQUES | AUTEURS |
|------------------------|-------------------------|---------|
|------------------------|-------------------------|---------|

*Solides* (suite)

|                       |                   |            |
|-----------------------|-------------------|------------|
| Basalte.....          | 0,205 (0°-100°)   | Hecht.     |
| Granit d'Aberdeen.... | 0,1892 (12°-100°) | Joly.      |
| » de Wexford ...      | 0,1940 (12°-100°) | Joly.      |
| Gneiss.....           | 0,1961 (17°-100°) | R. Weber.  |
| Kaolin.....           | 0,2243 (20°-98°)  | Ulrich.    |
| Chaux.....            | 0,2166 (15°-100°) | Morano.    |
| Tuf.....              | 0,3308 (19°-100°) | Morano.    |
| Humus.....            | 0,4431 (20°-98°)  | Ulrich.    |
| Crown.....            | 0,161 (10°-50°)   | H. Meyer.  |
| Flint.....            | 0,117 (10°-50°)   | H. Meyer.  |
| Verre d'Iéna.....     | 0,2182 (18°-99°)  | Winkelmann |

*Liquides*

|                         |                |                    |           |
|-------------------------|----------------|--------------------|-----------|
| Eau.                    | { solide.....  | 0,471              | Regnault. |
|                         | { liquide..... | 1,0000 à 0°        | Regnault. |
|                         |                | 1,0130 à 100°      | Regnault. |
|                         | { vapeur.....  | 0,477              | Regnault. |
| Alcool.....             |                | 0,54754 à 0°       |           |
| Ether.....              |                | 0,52901 à 0°       | Regnault. |
| Essence de téréb.....   |                | 0,45376 à 0°       | Regnault. |
| Benzine.....            |                | 0,43602 (15°-100°) | Regnault. |
| Sulf. de carbone.....   |                | 0,20884 à 60°      | Regnault. |
| Acide acétiq. crist.... |                | 0,4599 (10°-15°)   | Regnault. |
| Acide sulfurique.....   |                | 0,3363 (15°-100°)  | Marignac. |



# CHALEURS SPÉCIFIQUES (suite et fin).

| NOMS DES SUBSTANCES | CHALEURS SPÉCIFIQUES | AUTEURS |
|---------------------|----------------------|---------|
|---------------------|----------------------|---------|

## Gaz composés

|                    |                   |           |
|--------------------|-------------------|-----------|
| Acide carbonique.  | 0,2169 (15°-100°) | Regnault. |
| Oxyde de carbone.  | 0,24500 »         | Regnault. |
| Protoxyde d'azote. | 0,22616 »         | Regnault. |
| Bioxyde d'azote... | 0,23173 »         | Regnault. |
| Formène.....       | 0,59295 »         | Regnault. |
| Ethylène.....      | 0,4040 »          | Regnault. |
| Acide sulfureux... | 0,1544 »          |           |
| Ammoniac.....      | 0,50836 »         |           |
| Air.....           | 0,23741 »         | Regnault. |

## CHALEUR SPÉCIFIQUE DU MERCURE

| TEMPÉRATURE | AUTEURS    |         |           | TEMPÉRATURE | AUTEURS    |         |           |
|-------------|------------|---------|-----------|-------------|------------|---------|-----------|
|             | Winkelmann | Naccari | Milthaler |             | Winkelmann | Naccari | Milthaler |
| 0           | 0,         | 0,      | 0,        | 0           | 0,         | 0,      | 0,        |
| 0           | 03336      | 03337   | 03327     | 100         | 03267      | 03284   | 03235     |
| 20          | 03322      | 03326   | 03308     | 140         | 03238      | 03264   | 03198     |
| 40          | 03308      | 03315   | 03290     | 180         |            | 03245   | 03161     |
| 60          | 03295      | 03305   | 03271     | 200         |            | 03235   | 03143     |
| 80          | 03281      | 03294   | 03253     |             |            |         |           |

## CHALEUR LATENTE DE FUSION.

| SUBSTANCE       | TEMPÉRATURE<br>de fusion | CHALEUR<br>latente<br>de fusion | AUTEURS                 |
|-----------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Brome.....      | — <sup>0</sup> 7,32      | 16,185                          | Regnault.               |
| Cadmium.....    | 320,7                    | 13,66                           | Person.                 |
| Gallium.....    | 13                       | 19,11                           | Berthelot.              |
| Fonte blanche.  | »                        | 33                              | Gruner.                 |
| Fonte grise.... | »                        | 23                              | Gruner.                 |
| Iode.....       | »                        | 11,71                           | Favre et<br>Silbermann. |
| Phosphore....   | 27,35                    | 4,744 <sup>(1)</sup>            | Petersson.              |
| »               | 29,73                    | 4,744 <sup>(1)</sup>            | »                       |
| »               | 40,05                    | 4,970 <sup>(1)</sup>            | »                       |
| »               | 45,2                     | 5,034 <sup>(1)</sup>            | »                       |
| Palladium ....  | »                        | 36,3 <sup>(1)</sup>             | Violle.                 |
| Platine .....   | 1779                     | 27,18                           | Violle.                 |
| Plomb.....      | 325                      | 5,858                           | Radberg.                |
| Zinc.....       | 415,3                    | 28,13                           | Person.                 |
| Mercure.....    | »                        | 2,82                            | Person.                 |
| Soufre.....     | 115                      | 9,368                           | Person.                 |

(1) Les cinq nombres représentent les chaleurs totales de fusion absorbées à partir de la température 0° jusqu'à fusion totale.

## CHALEUR LATENTE DE VAPORISATION.

| SUBSTANCE                             | TEMPÉRATURE<br>de<br>vaporisation | CHALEUR<br>latente | AUTEURS                 |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Eau ( $H^2O$ )...                     | 0                                 | 606,5              | Regnault.               |
| »                                     | 99,81                             | 535,77             | Favre et<br>Silbermann. |
| »                                     | 100                               | 535,9              | Andrews.                |
| »                                     | 100                               | 532,0              | Schall.                 |
| »                                     | 100                               | 536                | Berthelot.              |
| »                                     | 100                               | 537                | Regnault.               |
| »                                     | 230                               | 446                | Id.                     |
| Alcool éthy-<br>lique ( $C^2H^6O$ ).} | »                                 | 208,92             | Favre et<br>Silbermann. |
| »                                     | 77,9                              | 202,4              | Andrews.                |
| »                                     | 0                                 | 236                | Regnault.               |
| »                                     | 20                                | 240                | »                       |
| »                                     | 50                                | 233                | »                       |
| »                                     | 100                               | 199                | »                       |
| »                                     | 150                               | 170                | »                       |
| Éther ( $C^4H^{10}O$ ).               | 34,9                              | 90,45              | Andrews.                |
| »                                     | 0                                 | 94,00              | Regnault.               |
| »                                     | 120,9                             | 62,5               | Ramsay et<br>Gonne.     |
| Brome.....                            | 58                                | 45,60              | Andanos.                |
| »                                     | 61,55                             | 13,694             | Berthelot<br>et Ogier.  |

## CHALEUR LATENTE DE VAPORISATION.

| SUBSTANCE                  | TEMPÉRATURE<br>de<br>vaporisation | CHALEUR<br>latente | AUTEURS                  |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Iode.....                  | »                                 | 23,95              | Favre et<br>Silbermann.  |
|                            | °                                 |                    |                          |
| Mercure .....              | 350                               | 62,00              | Person.                  |
| Soufre.. .....             | 316                               | 362,00             | Person.                  |
| Ammoniaque                 | 7,8                               | 294                | Regnault.                |
| (Az H <sup>3</sup> ).....  | 11                                | 291,32             | »                        |
| »                          | 16                                | 297,38             | »                        |
| »                          | 17                                | 296,5              | Strombok.                |
| Acide sulfu-               | 0                                 | 91,7               | Chappuis.                |
| reux (SO <sup>2</sup> )..  | 0                                 | 91,2               | Cailletet                |
| »                          | 30                                | 80,5               | et                       |
| »                          | 65                                | 68,4               | Mathias.                 |
| Acide carbo-               | (solide)                          | 138,7              | Favre.                   |
| nique (CO <sup>2</sup> ).. | 0° liquide                        | 56,25              | Chappuis.                |
| »                          | — 25                              | 72,23              | Cailletet<br>et Mathias. |
| »                          | 0                                 | 56,75              |                          |
| Sulfure de car-            | 46,1                              | 83,81              | Wirtz.                   |
| bone (CS <sup>2</sup> )... | 0                                 | 90,00              | Regnault.                |

## CHALEURS TOTALES DE VAPORISATION.

Regnault a mesuré la quantité de chaleur  $Q$  exprimée en calories, absorbée par un kilogramme de substance liquide pour l'amener de zéro à la température  $t$  en vapeur,  $t$  étant la température d'ébullition.

La formule empirique est de la forme

$$Q = A + Bt + Ct^2$$

exprimée en calories.

| SUBSTANCES                  | COEFFICIENTS |         |             |
|-----------------------------|--------------|---------|-------------|
|                             | A            | B       | C           |
| Eau.....                    | 606,5        | 0,305   | »           |
| Acétone.....                | 140,5        | 0,36644 | —0,000 516  |
| Éther.....                  | 94,0         | 0,45    | —0,000 5556 |
| Benzine.....                | 109,0        | 0,24429 | —0,000 1315 |
| Chloroforme.....            | 67,0         | 0,1375  | »           |
| Tétrachlorure de carbone... | 52,0         | 0,14625 | —0,000 172  |
| Sulfure de carbone ..       | 90,0         | 0,14601 | —0,000 4123 |

## CHALEURS LATENTES

### de fusion et de vaporisation de l'eau.

La *chaleur latente de fusion* de la glace est égale à 79,25 (de la Provostaye et Desains, Regnault); il faut donc 79<sup>cal</sup>,25 pour réduire un kilogramme de glace à zéro à l'état d'eau également à zéro.

La *chaleur latente de vaporisation* de l'eau  $\lambda$  à la température  $t$  se déduit de la valeur  $Q$  donnée plus haut en retranchant la quantité de chaleur nécessaire pour élever un kilogramme d'eau de 0° à  $t$  à l'état liquide, c'est-à-dire sensiblement  $t$ ; d'où l'on conclut

$$\lambda = 606,5 - 0,695t$$

exprimée en calories.

Ainsi, pour réduire en vapeur à 100° un kilogramme d'eau chauffée à 100°, il faut céder un nombre de calories égal à

$$606,5 - 0,695 \times 100 = 537,0;$$

sous la pression d'environ deux atmosphères, où l'eau bout à 120°,5, la chaleur latente n'est plus que

$$606,5 - 0,695 \times 120,5 = 522,8.$$

## SUR LE POINT CRITIQUE DES FLUIDES ;

PAR M. E. SARRAU.

1. Quand on diminue progressivement le volume d'une vapeur en la soumettant à une pression croissante et en la maintenant à une température constante, il existe une limite de pression que l'on ne peut dépasser sans changer l'état physique du corps. Dès que l'on atteint cette limite, la vapeur est dite *saturée* ; si le volume continue à diminuer, une partie de la vapeur se transforme en liquide et la pression reste constante. La réduction du volume amène enfin la liquéfaction totale et le corps, à l'état liquide, se transforme ensuite, à température constante, de telle sorte que son volume n'éprouve que de faibles variations lorsque la pression varie de quantités considérables.

2. L'ensemble de ces phénomènes peut se représenter par une ligne en prenant pour abscisse le volume de l'unité de poids du corps et pour ordonnée la pression.

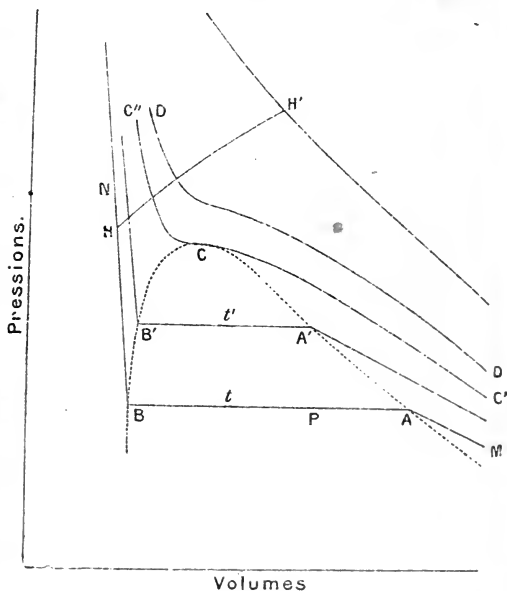
On obtient ainsi une *ligne isothermique* qui, pour une température déterminée  $t$ , se compose de trois parties, MA, AB, BN.

Les parties MA et BN se rapportent à la compressibilité du corps à l'état gazeux et à l'état liquide.

La partie AB, rectiligne et parallèle à l'axe des volumes, correspond à la liquéfaction progressive de la vapeur. L'ordonnée de cette droite est la *tension de la vapeur saturée* à la température  $t$  ; les abscisses des points A et B sont respectivement les *volumes spécifiques*,  $u'$  et  $u$ , de la vapeur et du liquide à l'état de saturation.

Au point A la liquéfaction commence ; au point B elle est complète. En un point quelconque P, situé entre A et B, la liquéfaction est partielle et la figure donne la représentation fort simple du rapport des poids,  $x$  et  $x'$ , du liquide et de la va-

peur. Si l'on désigne en effet par  $v$  le volume total représenté par l'abscisse du point P, on a les



relations  $x + x' = 1$ ,  $ux + u'x' = v$ ; d'où l'on déduit

$$\frac{x}{u' - v} = \frac{x'}{v - u}, \quad \text{c'est-à-dire} \quad \frac{x}{PA} = \frac{x'}{PB},$$

de telle sorte que les distances du point P aux extrémités A et B sont proportionnelles aux quantités de liquide et de vapeur qui coexistent en ce point.



3. Pour une température  $t'$  supérieure à  $t$ , la courbe isothermique présente une forme analogue à la précédente; mais, ainsi qu'il résulte de l'expérience, les points A et B se rapprochent, parce que le poids spécifique de la vapeur saturée augmente avec la température, tandis que celui du liquide diminue, et ce rapprochement continue progressivement jusqu'à ce que l'on atteigne une température déterminée, que l'on appelle température *critique* du corps.

A et B se confondent alors en un point unique C où la ligne de transformation C'CC'', devenue continue, présente une inflexion avec tangente parallèle à l'axe des volumes.

Au point C correspondent un volume et une pression qui, avec la température corrélative, caractérisent ce que l'on appelle l'*état critique* du corps.

4. A des températures supérieures à la température critique, la ligne isothermique devient une courbe hyperbolique DD qui tend à se confondre, pour des valeurs croissantes de la température, avec une hyperbole équilatère qui correspond à l'équation  $p\nu = RT$  caractéristique des gaz parfaits.

5. Cette disposition des lignes isothermiques résulte des expériences d'Andrews sur l'acide carbonique; des recherches ultérieures conduisent à admettre qu'elle est générale et se présente dans la transformation de tous les corps à l'état fluide. Elle fournit l'explication précise d'un grand nombre de phénomènes par la considération de la courbe AA'CB'B qui joint les extrémités des droites de liquéfaction, notamment ceux qui se produisent dans les expériences de Cagniard-Latour et celles de Natterer. On se bornera à remarquer que cette courbe sépare deux régions du plan. Dans la région intérieure, le fluide peut exister simultanément sous deux états distincts, gazeux et liquide; à la même température et sous la même pression, le volume du corps est indéterminé: il peut varier entre le volume de la vapeur saturée et celui du liquide. Dans la région extérieure, un seul volume

correspond à une température et à une pression déterminées.

Lorsque la température dépasse la température critique, deux états distincts ne peuvent pas co-exister; il est impossible, quelle que soit la pression, d'apercevoir une condensation ou une volatilisation. La liquéfaction ou la volatilisation apparentes ne sont réalisables que par une suite de transformations telles que la ligne représentative correspondante traverse la courbe ACB; un trajet HH' ne remplissant pas cette condition amène le corps de l'état liquide à l'état gazeux sans aucune transition appréciable.

6. M. Van der Waals a déduit d'une théorie un résultat important qui, s'il n'est pas rigoureusement conforme à la réalité, la représente cependant avec une approximation suffisante dans un grand nombre de cas. Ce résultat s'énonce comme il suit :

*Si l'on rapporte respectivement le volume, la pression et la température absolue d'un fluide aux valeurs que ces trois variables ont au point critique, toute relation physique entre ces rapports est indépendante de la nature du corps.*

Par exemple, si l'on désigne par  $p$  la tension d'une vapeur saturée à la température absolue  $T$ , et par  $p_c$ ,  $T_c$  la pression et la température absolue critiques, on a

$$\frac{p}{p_c} = \varphi \left( \frac{T}{T_c} \right),$$

la fonction  $\varphi$  étant la même pour tous les corps.

7. L'ensemble de ces résultats attribue une importance capitale à la détermination des valeurs que le volume, la pression et la température des corps ont au point critique.

Les températures critiques et les pressions correspondantes ont été l'objet de recherches nombreuses dont le Tableau suivant résume les résultats.

**POINTS CRITIQUES ET POINTS D'ÉBULLITION**

SOUS LA

**PRESSION ATMOSPHÉRIQUE,**

**PAR M. E. MATHIAS.**

## POINTS CRITIQUES ET

sous la pressio

| CORPS                   | FORMULES<br>en<br>équivalents | TEMPÉRATURES<br>critiques | PRESSIONS<br>critiques | TEMPÉRATURES<br>d'ébullition<br>normale |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|---|
|                         |                               | <sup>0</sup>              | atm                    | <sup>0</sup>                            |
| Hydrogène.....          | H                             | -234,5                    | 20                     | -243,5                                  |
| Azote.....              | Az                            | -146                      | 35,0                   | -194,4                                  |
| Id. ....                | Id.                           | -145                      | 33,6                   | -193,0                                  |
| Argon.....              | A                             | -117,4                    | 52,9                   |   |
| Hélium.....             | He                            | <-264                     |                        |   |
| Krypton.....            | Kr                            | -62,5                     | 54,3                   |   |
| Oxygène.....            | O                             | -118                      | 50,0                   | -181,5                                  |
| Id. ....                | Id.                           | -113                      | 50,0                   | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | "                         | "                      | -181,4                                  |
| Chlore.....             | Cl                            | +141                      | 83,9                   | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | "                         | "                      | -33,6                                   |
| Brome.....              | Br                            | +302,2                    | "                      | +58,4                                   |
| Iode.....               | I                             | +400 env.                 | "                      | "                                       |
| Oxyde de carbone.....   | CO                            | -141,0                    | 35,0                   | -190,0                                  |
| Id. ....                | Id.                           | -139,5                    | 35,5                   | -190,0                                  |
| Acide carbonique.....   | CO <sup>2</sup>               | +30,92                    | 77,0                   | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | +31,9                     | 77,0                   | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | "                         | "                      | -78,2                                   |
| Oxysulfure de carbone.  | COS                           | +105,0                    | "                      | "                                       |
| Sulfure de carbone..... | CS <sup>2</sup>               | +277,1                    | 78,1                   | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | +271,8                    | 74,7                   | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | +272,96                   | 77,9                   | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | +277,68                   | 78,14                  | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | +276,1                    | "                      | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | "                         | "                      | +46,20                                  |
| Protoxyde d'azote.....  | AzO                           | +35,4                     | 75,0                   | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | +36,4                     | 73,07                  | "                                       |
| Id. ....                | Id.                           | "                         | "                      | -87,90                                  |
| Bioxyde d'azote.....    | AzO <sup>2</sup>              | -93,5                     | 71,2                   | -153,6                                  |
| Id. ....                | Id.                           | "                         | "                      | -153,6                                  |

## POINTS D'ÉBULLITION

atmosphérique.

| EXPÉRIMENTATEURS   | BIBLIOGRAPHIE  |
|--------------------|--|
| K. Olzewski.       | <i>Wied. Ann.</i> , t. XXXI, p. 58; 1847.                        |
| Id.                | <i>C. R.</i> , t. XCIX, p. 133; 1884.                            |
| S. Wroblewski.     | <i>Sitz. Ber. d. k. Ak. d. W. Wien</i> ; 1885.                   |
| Ramsay et Travers. |  |
| Dewar.             |  |
| Ramsay et Travers. |  |
| S. Wroblewski.     | <i>Sitz. Ber. d. k. Ak. d. W. Wien</i> ; 1885.                   |
| J. Dewar.          | <i>Phil. Mag.</i> , 5 <sup>e</sup> sér., t. XVIII, p. 210; 1885. |
| K. Olzewski.       | <i>C. R.</i> , t. XCIX, p. 133; 1884.                            |
| J. Dewar.          | <i>Loc. cit.</i>   |
| Regnault.          | <i>Mach. à feu</i> , t. II, p. 658.                              |
| A. Nadejdine.      | <i>Bull. de l'Ac. de St-Peters.</i> , t. XII; 1885.              |
| Id.                | Id.  |
| S. Wroblewski.     | <i>Loc. cit.</i>   |
| K. Olzewski.       | <i>Comptes rendus</i> , t. XCIX, p. 706; 1884.                   |
| Andrews.           | <i>Phil. Trans.</i> , 1869.                                      |
| J. Dewar.          | <i>Loc. cit.</i>   |
| Regnault.          | <i>Loc. cit.</i>   |
| H. Ilosway.        | <i>Bull. de la S. Ch.</i> , t. XXXVII, p. 292; 1882.             |
| J. Dewar.          | <i>Loc. cit.</i>   |
| W. Sajotchewski.   | <i>Wied. Beibl.</i> , t. III, p. 741; 1879.                      |
| Hannay et Hogarth. | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XXX, p. 178; 1880.                   |
| J.-B. Hannay.      | <i>Ibid.</i> , t. XXXIII, p. 294; 1882.                          |
| Avenarius.         | <i>Pogg. Ann.</i> , t. CLI, p. 303; 1874.                        |
| Regnault.          | <i>Loc. cit.</i>   |
| J. Dewar.          | <i>Loc. cit.</i>   |
| V. J. Janssen.     | <i>Wied. Beibl.</i> , t. II, p. 136; 1878.                       |
| Regnault.          | <i>Loc. cit.</i>   |
| K. Olzewski.       | <i>Comptes rendus</i> , t. C, p. 942; 1885.                      |
| Id.                | <i>Wied. Ann.</i> , t. XXXI, p. 58; 1887.                        |

# POINTS CRITIQUES E

## sous la pressi

| CORPS                  | FORMULES<br>en<br>équivalents           | TEMPÉRATURES<br>critiques | PRESSIONS<br>critiques | TEMPÉRATURES<br>d'ébullition<br>normale |
|------------------------|---|---------------------------|------------------------|---|
|                        |   | 0                         | atm                    | 0                                       |
| Hypoazotide.....       | $\text{Az O}^4$                         | +171,2                    | "                      | + 22,5                                  |
| Acide sulfureux .....  | $\text{SO}^2$                           | +155,4                    | 78,9                   | "                                       |
| Id. ....               | Id.                                     | +156,0                    | "                      | "                                       |
| Id. ....               | Id.                                     | "                         | "                      | - 10,0                                  |
| Id. ....               | Id.                                     | "                         | "                      | - 10,0                                  |
| Acide chlorhydrique..  | $\text{H Cl}$                           | + 52,3                    | 86,0                   | "                                       |
| Id. ..                 | Id.                                     | + 51,25                   | "                      | "                                       |
| Id. ..                 | Id.                                     | + 51,5                    | 96,0                   | - 35,0                                  |
| Eau .....              | $\text{HO}$                             | +370,0                    | 195,5                  | +100,0                                  |
| Id. ....               | Id.                                     | +358,1                    | "                      | "                                       |
| Acide sulfhydrique ... | $\text{HS}$                             | +100,2                    | 92,0                   | "                                       |
| Id. ....               | Id.                                     | "                         | "                      | - 61,8                                  |
| Id. ....               | Id.                                     | "                         | "                      | - 73,3                                  |
| Ammoniaque.....        | $\text{Az H}^3$                         | +130,0                    | 115,0                  | "                                       |
| Id. ....               | Id.                                     | +131,0                    | 113,0                  | - 38,5                                  |
| Id. ....               | Id.                                     | "                         | "                      | - 38,5                                  |
| Monométhylamine....    | $\text{Az H}^2 (\text{C}^2 \text{H}^3)$ | +155,0                    | 72,0                   | - 2,0                                   |
| Diméthylamine.....     | $\text{Az H} (\text{C}^2 \text{H}^3)^2$ | +163,0                    | 56,0                   | + 8,0                                   |
| Triméthylamine .....   | $\text{Az} (\text{C}^2 \text{H}^3)^3$   | +160,5                    | 41,0                   | + 9,3                                   |
| Monoéthylamine.....    | $\text{Az H}^2 (\text{C}^4 \text{H}^5)$ | +177,0                    | 66,0                   | + 18,5                                  |
| Diéthylamine.....      | $\text{Az H} (\text{C}^4 \text{H}^5)^2$ | +216,0                    | 40,0                   | + 57,0                                  |
| Id. ....               | Id.                                     | +220,0                    | 38,7                   | "                                       |
| Triéthylamine.....     | $\text{Az} (\text{C}^4 \text{H}^5)^3$   | +259,0                    | 30,0                   | + 89,0                                  |
| Id. ....               | Id.                                     | +267,1                    | "                      | + 90,1                                  |
| Monopropylamine ...    | $\text{Az H}^2 (\text{C}^6 \text{H}^7)$ | +218,0                    | 50,0                   | + 49,0                                  |
| Dipropylamine .....    | $\text{Az H} (\text{C}^6 \text{H}^7)^2$ | +277,0                    | 31,0                   | + 97,4                                  |
| Méthane. ....          | $\text{C}^2 \text{H}^4$                 | - 73,5                    | 56,8                   | "                                       |
| Id. ....               | Id.                                     | - 99,5                    | 50,0                   | "                                       |
| Id. ....               | Id.                                     | - 81,8                    | 54,9                   | -164,0                                  |
| Id. ....               | Id.                                     | "                         | "                      | -164,0                                  |

## POINTS D'ÉBULLITION

atmosphérique (suite).

| EXPÉRIMENTATEURS   | BIBLIOGRAPHIE   |
|--|---|
| <p>A. Nadejdine.<br/> W. Sajotchewski.<br/> Cailletet et Mathias.<br/> Regnault.<br/> Faraday.<br/> J. Dewar.<br/> G. Ansdell.<br/> C. Vincent et J. Chappuis.<br/> O. Strauss.<br/> A. Nadejdine.<br/> J. Dewar.<br/> Regnault.<br/> Faraday.<br/> J. Dewar.<br/> C. Vincent et J. Chappuis.<br/> Regnault.<br/> C. Vincent et J. Chappuis.<br/> Id.<br/> Id.<br/> Id.<br/> Id.<br/> W. Sajotchewski.<br/> C. Vincent et J. Chappuis.<br/> Br. Pawlewski.<br/> C. Vincent et J. Chappuis.<br/> Id.<br/> S. Wroblewski.<br/> J. Dewar.<br/> K. Olzewski.<br/> K. Olzewski.</p> | <p><i>Bull. de l'Ac. de S.-P.</i>, t. XII, p. 299; 1885.<br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>Journal de Phys.</i>, 2<sup>e</sup> s., t. VI; 1887.<br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>Ann. de Ch. et P.</i>, 3<sup>e</sup> s., t. XV, p. 270; 1845.<br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>Proc. Roy. Soc.</i>, t. XXXIV, p. 113.<br/> <i>Comptes rendus</i>, t. CIII, p. 379; 1886.<br/> <i>J. Soc. Phys. Ch. russe</i>, t. XIV, p. 510; 1882.<br/> <i>Bull. de l'Ac. de S.-P.</i>, t. XII, p. 299; 1885.<br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>Ann. de Ch. et Phys.</i>, 3<sup>e</sup> s., t. XV, p. 273.<br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>C. R.</i>, t. CIII, p. 379; 1896.<br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>C. R.</i>, t. CIII, p. 379; 1886.<br/> Id.<br/> Id.<br/> Id.<br/> Id.<br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>C. R.</i>, t. CIII, p. 379; 1886.<br/> <i>Chem. Ber.</i>, t. XVI, p. 2633; 1883.<br/> <i>C. R.</i>, t. CIII, p. 379; 1886.<br/> Id.<br/> <i>Comptes rendus</i>, t. XCIX, p. 136; 1884.<br/> <i>Loc. cit.</i><br/> <i>Comptes rendus</i>, t. C. p. 940; 1885.<br/> <i>Wied. Ann.</i>, t. XXXI, p. 58; 1887.</p> |

# POINTS CRITIQUES E

sous la pressio

| CORPS                              | FORMULES<br>en<br>équivalents     | TEMPÉRATURES<br>critiques | PRESSIONS<br>critiques | TEMPÉRATURES<br>d'ébullition<br>normale |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|---|
| Trichlorure de phosph.             | $\text{PCl}_3$                    | +285,5                    | atm                    | +75,5                                   |
| Éthane.....                        | $\text{C}^4\text{H}^6$            | +35,0                     | 45,2                   | "                                       |
| Isopentane.....                    | $\text{C}^{10}\text{H}^{12}$      | +194,8                    | "                      | +31,0                                   |
| Hexane normal.....                 | $\text{C}^{12}\text{H}^{14}$      | +250,3                    | "                      | +68,0                                   |
| Éthylène.....                      | $\text{C}^4\text{H}^4$            | +10,1                     | 51,0                   | "                                       |
| Id. ....                           | Id.                               | +9,2                      | "                      | "                                       |
| Id. ....                           | Id.                               | +9,3                      | 58,0                   | "                                       |
| Id. ....                           | Id.                               | "                         | "                      | -105,0                                  |
| Id. ....                           | Id.                               | "                         | "                      | -102,0                                  |
| Id. ....                           | Id.                               | "                         | "                      | -103,0                                  |
| Propylène (Beilstein).             | $\text{C}^3\text{H}^6$            | +93,0                     | "                      | "                                       |
| Id. (Berthelot et<br>de Luca)..... | Id.                               | +90,2                     | "                      | "                                       |
| Isobutylène.....                   | $\text{C}^8\text{H}^8$            | +150,7                    | "                      | -6,0                                    |
| Amylène.....                       | $\text{C}^{10}\text{H}^{10}$      | +201,0                    | "                      | +38,0                                   |
| isoamylène.....                    | Id.                               | +191,6                    | 33,93                  | +35,0                                   |
| Octylène normal.....               | $\text{C}^{16}\text{H}^{16}$      | +298,6                    | "                      | +123,6                                  |
| Acétylène.....                     | $\text{C}^4\text{H}^2$            | +37,0                     | 68,0                   | "                                       |
| Id. ....                           | Id.                               | +37,05                    | "                      | "                                       |
| Diallyle.....                      | $\text{C}^{12}\text{H}^{10}$      | +234,4                    | "                      | +59,1                                   |
| Diisobutyle.....                   | $\text{C}^{16}\text{H}^{16}$      | +270,8                    | "                      | +107,5                                  |
| Benzine.....                       | $\text{C}^{12}\text{H}^6$         | +291,7                    | 60,5                   | "                                       |
| Id. ....                           | Id.                               | +280,6                    | 49,5                   | "                                       |
| Id. ....                           | Id.                               | "                         | "                      | +80,3                                   |
| Toluène.....                       | $\text{C}^{14}\text{H}^8$         | +320,8                    | "                      | +111,0                                  |
| Thiophène.....                     | $\text{C}^8\text{H}^4\text{S}^2$  | +317,3                    | 47,7                   | "                                       |
| Cyanogène.....                     | $\text{C}^2\text{Az}$             | +124,0                    | 61,7                   | "                                       |
| Id. ....                           | Id.                               | "                         | "                      | -20,7                                   |
| Chlorure de méthyle..              | $\text{C}^2\text{H}^3\text{Cl}$   | +141,5                    | 73,0                   | -23,7                                   |
| Chlorure de méthylène              | $\text{C}^2\text{H}^2\text{Cl}^2$ | +245,2                    | "                      | +41,1                                   |



## POINTS D'ÉBULLITION

atmosphérique (suite).

| EXPÉRIMENTATEURS.          | BIBLIOGRAPHIE  |
|----------------------------|--|
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.                         |
| . Dewar.                   | <i>Loc. cit.</i>   |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.                         |
| Br. Pawlewski.             | <i>Loc. cit.</i>   |
| . Dewar.                   | <i>Loc. cit.</i>   |
| . Bleckrode.               | <i>Journ. de Phys.</i> , 2 <sup>e</sup> sér., t. IV, p. 115; 1885. |
| Van der Waals.             | <i>Continuität</i> , etc., p. 100.                                 |
| . Cailletet.               | <i>Comptes rendus</i> , t. XCIV, p. 1224; 1882.                    |
| Wróblewski et Olzewski.    | <i>Ibid.</i> , t. XCXVI, p. 1140; 1883.                            |
| A. Nadejdine.              | <i>J. Soc. Phys. Ch. russe</i> , t. XV; 1883.                      |
| Id.                        | Id.  |
| Id.                        | Id.  |
| Br. Pawlewski              | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.                         |
| A. Nadejdine.              | <i>J. Soc. Phys. Ch. russe</i> , t. XV; 1883.                      |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.                         |
| . Dewar.                   | <i>Loc. cit.</i>   |
| G. Ansdell.                | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XXX, p. 117.                           |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.                         |
| Id.                        | Id.  |
| V. Ramsay.                 | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XXXI, p. 194; 1880.                    |
| V. Sajotchewski.           | <i>Loc. cit.</i>   |
| Regnault.                  | <i>Loc. cit.</i>   |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.                         |
| Id.                        | Id.  |
| . Dewar.                   | <i>Loc. cit.</i>   |
| Bunsen.                    | <i>Pogg. Ann.</i> , t. XLVI, p. 97.                                |
| J. Vincent et J. Chappuis. | <i>C. R.</i> , t. CIII, p. 379; 1886.                              |
| A. Nadejdine.              | <i>J. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XIV; 1882.                       |

# POINTS CRITIQUES E

sous la pressie

| CORPS.                   | FORMULES<br>en<br>équivalents. | TEMPÉRATURES<br>critiques. | PRESSIONS<br>critiques. | TEMPÉRATURES<br>d'ébullition<br>normale. |
|--------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Chloroforme .....        | $C^2HCl^3$                     | <sup>0</sup><br>+268,0     | atm<br>51,9             | <sup>0</sup><br>"                        |
| Id. ....                 | Id.                            | +260,0                     | 54,9                    | "  |
| Id. ....                 | Id.                            | "                          | "                       | + 60,1                                   |
| Tétrachlor. de carbone   | $C^2Cl^4$                      | +292,5                     | "                       | "  |
| Id.                      | Id.                            | +282,51                    | 57,57                   | "  |
| Id.                      | Id.                            | +277,9                     | 58,1                    | "  |
| Id.                      | Id.                            | +285,3                     | "                       | + 75,4                                   |
| Id.                      | Id.                            | "                          | "                       | + 76,5                                   |
| Chlorure d'éthyle ....   | $C^4H^5Cl$                     | +182,5                     | 54,0                    | — 12,5                                   |
| Id.                      | Id.                            | +182,6                     | 52,6                    | "  |
| Chlorure d'éthylène..    | $C^4H^4Cl^2$                   | +289,3                     | "                       | + 85,1                                   |
| Id.                      | Id.                            | +283,0                     | "                       | + 85,0                                   |
| Chlor. d'éthylidène...   | $C^4H^4Cl^2$                   | +254,5                     | "                       | + 57,8                                   |
| Bromure d'éthyle....     | $C^4H^5Br$                     | +236,0                     | "                       | + 39,0                                   |
| Chlorure de propyle..    | $C^6H^7Cl$                     | +221,0                     | 49,0                    | + 46,5                                   |
| Chlorure d'allyle....    | $C^6H^5Cl$                     | +240,7                     | "                       | + 45,5                                   |
| Alcool méthylique....    | $C^2H^4O^2$                    | +232,76                    | 72,85                   | "  |
| Id.                      | Id.                            | +233,0                     | 69,73                   | + 63,3                                   |
| Alcool éthylique.....    | $C^4H^6O^2$                    | +234,3                     | 62,1                    | "  |
| Id.                      | Id.                            | +235,47                    | 67,07                   | "  |
| Id.                      | Id.                            | +240,6                     | "                       | "  |
| Id.                      | Id.                            | +243,6                     | 64,34                   | "  |
| Id.                      | Id.                            | "                          | "                       | + 78,20                                  |
| Alcool propylique. norm. | $C^6H^8O^2$                    | +254,2                     | "                       | + 97,3                                   |
| Id.                      | Id.                            | +258,0                     | 53,26                   | + 97,3                                   |
| Id.                      | Id.                            | +257,7                     | 50,16                   | "  |
| Alcool isopropylique..   | $C^6H^8O^2$                    | +234,6                     | 53,0                    | "  |
| Alcool butylique. norm.  | $C^8H^{10}O^2$                 | +287,1                     | "                       | +117,2                                   |
| Alcool isobutylique...   | $C^8H^{10}O^2$                 | +205,0                     | 48,27                   | +107,2                                   |
| Triméthylcarbinol....    | $C^8H^{10}O^2$                 | +234,9                     | "                       | + 83,0                                   |

## POINTS D'ÉBULLITION

Atmosphérique (suite).

| EXPÉRIMENTATEURS.          | BIBLIOGRAPHIE.                                    |
|----------------------------|---|
| J. Dewar.                  | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| W. Sajotchewski.           | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| Regnault.                  | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| Avenarius.                 | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| J.-B. Hannay.              | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XXXIII, p. 294; 1882. |
| Hannay et Hogarth.         | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XXX, p. 178; 1880.    |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.        |
| Regnault.                  | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| C. Vincent et J. Chappuis. | <i>C. R.</i> , t. CIII, p. 379; 1886.             |
| W. Sajotchewski.           | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| A. Nadejdine.              | <i>J. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XIV; 1882.      |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.        |
| Id.                        | Id.   |
| Id.                        | Id.   |
| C. Vincent et J. Chappuis. | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.        |
| J.-B. Hannay.              | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XXXIII, p. 294; 1882. |
| A. Nadejdine.              | <i>J. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XIV; 1882.      |
| W. Sajotchewski.           | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| J.-B. Hannay.              | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XXXIII, p. 294; 1882. |
| O. Strauss.                | <i>J. Soc. Ph. Ch. r.</i> , t. XII, p. 207; 1880. |
| Ramsay et Young.           | <i>Phil. Trans.</i> ; 1887.                       |
| Regnault.                  | <i>Loc. cit.</i>                                  |
| A. Nadejdine.              | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XV; 1883.    |
| Id.                        | Id., t. XIV; 1882.                                |
| Ramsay et Young.           | <i>Proc. Roy. Soc.</i>                            |
| A. Nadejdine.              | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XIV; 1882.   |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.        |
| A. Nadejdine.              | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XIV; 1882.   |
| Br. Pawlewski.             | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.        |

# POINTS CRITIQUES ET sous la pression

| CORPS.                  | FORMULES<br>en<br>équivalents. | TEMPÉRATURES<br>critiques. | PRESSIONS<br>critiques. | TEMPÉRATURES<br>d'ébullition<br>normale. |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
|                         |                                | <sup>0</sup>               | atm                     | <sup>0</sup>                             |
| Alcool isoamylique...   | $C^{10}H^{12}O^2$              | +306,6                     | "                       | +132,1                                   |
| Alcool allylique.....   | $C^6H^6O^2$                    | +271,9                     | "                       | +96,0                                    |
| Oxyde de méthyle....    | $C^4H^6O^2$                    | +129,6                     | "                       | -23,6                                    |
| Oxyde de méthyle....    | $C^4H^6O^2$                    | "                          | "                       | -23,65                                   |
| Oxyde de méthyléthyle.  | $C^6H^8O^2$                    | +167,7                     | "                       | +11,2                                    |
| Éther ordinaire.....    | $C^8H^{10}O^2$                 | +190,0                     | 36,9                    | "  |
| Id. ....                | Id.                            | +196,2                     | "                       | "  |
| Id. ....                | Id.                            | +195,5                     | 40,0                    | "  |
| Id. ....                | Id.                            | +195,5                     | "                       | "  |
| Id. ....                | Id.                            | +194,0                     | 35,65                   | "  |
| Id. ....                | Id.                            | "                          | "                       | +34,97                                   |
| Oxyde d'éthylpropyle.   | $C^{10}H^{12}O^2$              | +233,4                     | "                       | +63,9                                    |
| Oxyde d'éthylallyle...  | $C^{10}H^{10}O^2$              | +245,0                     | "                       | +67,2                                    |
| Formiate d'éthyle....   | $C^6H^6O^4$                    | +238,6                     | "                       | +55,7                                    |
| Id. ....                | Id.                            | +230,0                     | 48,7                    | "  |
| Id. ....                | Id.                            | +233,1                     | 49,16                   | "  |
| Formiate de propyle..   | $C^8H^8O^4$                    | +260,8                     | 42,70                   | "  |
| Id. ..                  | Id.                            | +267,4                     | "                       | +85,1                                    |
| Formiate d'isoamyle..   | $C^{12}H^{12}O^4$              | +304,6                     | "                       | +121,8                                   |
| Acétate de méthyle...   | $C^6H^6O^4$                    | +229,8                     | 57,6                    | "  |
| Id. ...                 | Id.                            | +232,9                     | 47,54                   | "  |
| Id. ...                 | Id.                            | +239,8                     | "                       | +57,1                                    |
| Acétate d'éthyle.....   | $C^8H^8O^4$                    | +256,5                     | "                       | +75,0                                    |
| Id. ....                | Id.                            | +239,8                     | 42,6                    | "  |
| Id. ....                | Id.                            | +249,5                     | 39,65                   | "  |
| Acétate de propyle....  | $C^{10}H^{10}O^4$              | +321,3                     | 34,80                   | "  |
| Id. ..                  | Id.                            | +282,4                     | "                       | +100,3                                   |
| Acét. de butyle norm.   | $C^{12}H^{12}O^4$              | +305,9                     | "                       | +123,7                                   |
| Acétate d'isobutyle.... | $C^{12}H^{12}O^4$              | +295,8                     | "                       | +114,6                                   |

## POINTS D'ÉBULLITION

atmosphérique (suite).

| EXPÉRIMENTATEURS. | BIBLIOGRAPHIE.  |
|-------------------|---|
| Br. Pawlewski.    | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.              |
| A. Nadejdine.     | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XIV; 1882.         |
| Id.               | Id. , t. XV; 1883.                                      |
| Regnault.         | <i>Loc. cit.</i>  |
| A. Nadejdine.     | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XV; 1883.          |
| W. Sajotchewski.  | <i>Loc. cit.</i>  |
| Avenarius.        | <i>Loc. cit.</i>  |
| W. Ramsay.        | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XXXI, p. 194; 1880.         |
| O. Strauss.       | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe</i> , t. XII, p. 207; 1880. |
| Ramsay et Young.  | <i>Proc. Roy. Soc.</i> , t. XI, p. 381; 1886.           |
| Regnault.         | <i>Loc. cit.</i>  |
| Br. Pawlewski.    | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883.              |
| Id.               | Id.   |
| Id.               | <i>Chem. Ber.</i> t. XV, p. 2460; 1882.                 |
| W. Sajotchewski.  | <i>Loc. cit.</i>  |
| A. Nadejdine.     | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe.</i>                        |
| Id.               | Id.   |
| Br. Pawlewski.    | <i>Chem. Ber.</i> , t. XV, p. 2460; 1882.               |
| Id.               | Id.   |
| Id.               | Id.   |

# POINTS CRITIQUES sous la pression

| CORPS.                  | FORMULES<br>en<br>équivalents. | TEMPÉRATURES<br>critiques. | PRESSIONS<br>critiques. | TEMPÉRATURES<br>d'ébullition |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
|                         |                                | °                          | atm                     | °                            |
| Acétate d'isobutyle.... | $C^{12}H^{12}O^4$              | +288,3                     | 31,40                   | "                            |
| Propionate de méthyle.  | $C^8H^8O^4$                    | +262,7                     | "                       | +80,                         |
| Id.                     | Id.                            | +255,7                     | 39,88                   | "                            |
| Propionate d'éthyle...  | $C^{10}H^{10}O^4$              | +280,6                     | "                       | +98,                         |
| Propionate de propyle.  | $C^{12}H^{12}O^4$              | +304,8                     | "                       | +122,                        |
| Propionate d'isobutyle. | $C^{14}H^{14}O^4$              | +318,7                     | "                       | +135,                        |
| Butyrate de méthyle..   | $C^{10}H^{10}O^4$              | +278,0                     | 36,02                   | "                            |
| Butyrate d'éthyle....   | $C^{12}H^{12}O^4$              | +292,8                     | 30,24                   | "                            |
| Id.                     | Id.                            | +304,3                     | "                       | +127,                        |
| Butyrate de propyle...  | $C^{14}H^{14}O^4$              | +326,6                     | "                       | +144,                        |
| Isobutyrate de méthyle. | $C^{10}H^{10}O^4$              | +273,6                     | "                       | +91,                         |
| Isobutyrate d'éthyle... | $C^{12}H^{12}O^4$              | +290,4                     | "                       | +108,                        |
| Id.                     | Id.                            | +280,4                     | 30,13                   | "                            |
| Isobutyrate de propyle. | $C^{14}H^{14}O^4$              | +316,0                     | "                       | +133,                        |
| Crotonate d'éthyle....  | $C^{12}H^{10}O^4$              | +326,0                     | "                       | +138,                        |
| Valérianate d'éthyle..  | $C^{14}H^{14}O^4$              | +293,7                     | 31,50                   | "                            |
| Acétone.....            | $C^6H^6O^2$                    | +232,8                     | 52,2                    | "                            |
| Id.                     | Id.                            | +246,1                     | "                       | "                            |
| Méthylal.....           | $C^6H^8O^4$                    | +223,6                     | "                       | +43,                         |
| Acétal.....             | $C^{12}H^{14}O^4$              | +254,4                     | "                       | +104,                        |
| Acide acétique.....     | $C^4H^4O^2$                    | +321,5                     | "                       | +118,                        |
| Acide propionique....   | $C^6H^6O^2$                    | +339,9                     | "                       | +138,                        |

## POINTS D'ÉBULLITION

atmosphérique (suite et fin).

| EXPÉRIMENTATEURS. | BIBLIOGRAPHIE.                             |
|-------------------|--|
| A. Nadejdine.     | <i>J. de Soc. Ph. Ch. russe.</i>           |
| Gr. Pawlewski.    | <i>Chem. Ber.</i> , t. XV, p. 2460; 1882.  |
| A. Nadejdine.     | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe.</i>           |
| Gr. Pawlewski.    | <i>Chem. Ber.</i> , t. XV, p. 2460; 1882.  |
| Id.               | Id.  |
| Id.               | Id.  |
| A. Nadejdine.     | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe.</i>           |
| Id.               | Id.  |
| Gr. Pawlewski.    | <i>Chem. Ber.</i> , t. XV, p. 2460; 1882.  |
| Id.               | Id.  |
| Id.               | Id.  |
| Id.               | Id.  |
| A. Nadejdine.     | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe.</i>           |
| Gr. Pawlewski.    | <i>Chem. Ber.</i> , t. XV, p. 2460; 1882.  |
| Id.               | Id. t. XVI, p. 2633; 1883.                 |
| A. Nadejdine.     | <i>J. d. Soc. Ph. Ch. russe.</i>           |
| V. Sajotchewski.  | <i>Loc. cit.</i>                           |
| Avenarius.        | <i>Loc. cit.</i>                           |
| Gr. Pawlewski.    | <i>Chem. Ber.</i> , t. XVI, p. 2633; 1883. |
| Id.               | Id.  |
| Id.               | Id.  |
| Id.               | Id.  |

# SOLUBILITÉ DES GAZ DANS L'EAU,

Coefficients d'absorption de quelques gaz (Bunsen et Carius),  
calculés pour 0°, 4°, 10°, 15° et 20° C.

| GAZ                    | 0°      | 4°      | 10°     | 15°     | 20°     |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Azote.....             | 0,02035 | 0,01838 | 0,01607 | 0,01478 | 0,01403 |
| Hydrogène.....         | 0,01930 | 0,01930 | 0,01930 | 0,01930 | 0,01930 |
| Oxygène.....           | 0,04114 | 0,03717 | 0,03250 | 0,02989 | 0,02838 |
| Acide carbonique.....  | 1,7987  | 1,5126  | 1,1847  | 1,0020  | 0,9014  |
| Oxyde de carbone.....  | 0,03287 | 0,02987 | 0,02635 | 0,02432 | 0,02312 |
| Protoxyde d'azote..... | 1,3052  | 1,1346  | 0,9196  | 0,7778  | 0,6700  |
| Gaz des marais.....    | 0,05449 | 0,04993 | 0,04372 | 0,03909 | 0,03499 |
| Gaz oléfiant.....      | 0,2568  | 0,2227  | 0,1837  | 0,1615  | 0,1488  |
| Butane.....            | 0,03147 | 0,02770 | 0,02355 | 0,02147 | 0,02065 |
| Éthane.....            | 0,0874  | 0,0748  | 0,0599  | 0,0508  | 0,0447  |
| Hydrogène sulfuré..... | 4,3706  | 4,0442  | 3,5858  | 3,2326  | 2,9053  |
| Acide sulfureux.....   | 79,789  | 69,828  | 56,647  | 47,276  | 39,374  |
| Ammoniaque.....        | 1049,6  | 941,9   | 812,8   | 727,2   | 654,0   |
| Air atmosphérique..... | 0,02471 | 0,02237 | 0,01953 | 0,01795 | 0,01704 |



# SOLUBILITÉ DES GAZ DANS L'ALCOOL,

Coefficients d'absorption de quelques gaz (Bunsen et Carius),  
calculés pour 0°, 4°, 10°, 15° et 20° C.

| GAZ                    | 0°      | 4°      | 10°     | 15°     | 20°     |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Azote.....             | 0,12634 | 0,12476 | 0,12276 | 0,12142 | 0,12038 |
| Hydrogène.....         | 0,06925 | 0,06867 | 0,06786 | 0,06725 | 0,06668 |
| Oxygène.....           | 0,28397 | 0,28397 | 0,28397 | 0,28397 | 0,28397 |
| Acide carbonique.....  | 4,3295  | 3,9736  | 3,5140  | 3,1993  | 2,9465  |
| Oxyde de carbone.....  | 0,20443 | 0,20443 | 0,20443 | 0,20443 | 0,20443 |
| Protoxyde d'azote..... | 4,1780  | 3,9085  | 3,5408  | 3,2678  | 3,0253  |
| Bioxyde d'azote.....   | 0,31606 | 0,30290 | 0,28609 | 0,27171 | 0,26592 |
| Gaz des marais.....    | 0,52259 | 0,51155 | 0,49535 | 0,48281 | 0,47096 |
| Gaz oléfiant... ..     | 3,5950  | 3,3750  | 3,0859  | 2,8825  | 2,7131  |
| Hydrogène sulfuré..... | 17,891  | 15,373  | 11,992  | 9,539   | 7,415   |
| Acide sulfureux.....   | 328,62  | 265,81  | 190,31  | 141,55  | 114,48  |

**SOLUBILITÉ DU SUCRE**

dans l'eau pure

| Température | Sucre dissous pour 100 | Température | Sucre dissous pour 100 | Température | Sucre dissous pour 100 |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| 0           |                        | 0           |                        | 0           |                        |
| 0           | 65,0                   | 20          | 67,0                   | 40          | 75,8                   |
| 5           | 65,2                   | 25          | 68,2                   | 45          | 79,2                   |
| 10          | 65,6                   | 30          | 69,8                   | 50          | 82,7                   |
| 15          | 66,1                   | 35          | 72,4                   |             |                        |

**SOLUBILITÉ DU SUCRE**

dans des mélanges d'eau et d'alcool.

| RICHESSE<br>du<br>dissolvant<br>en alcool | A 0°                |                                   | A 14°             |                                   |
|---|---------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
|   | Densités<br>à 17°,5 | Sucre dans<br>100 cm <sup>3</sup> | Densités<br>à 17° | Sucre dans<br>100 cm <sup>3</sup> |
| 0   | 1,3248              | 85,8 <sup>g</sup>                 | 1,3258            | 87,5 <sup>g</sup>                 |
| 10  | 1,2991              | 80,7                              | 1,3000            | 81,5                              |
| 20  | 1,2360              | 74,2                              | 1,2662            | 74,5                              |
| 30  | 1,2293              | 65,5                              | 1,2327            | 67,9                              |
| 40  | 1,1823              | 56,7                              | 1,1848            | 58,0                              |
| 50  | 1,1294              | 45,9                              | 1,1305            | 47,1                              |
| 60  | 1,0500              | 32,9                              | 1,0582            | 33,9                              |
| 70  | 0,9721              | 18,2                              | 0,9746            | 18,8                              |
| 80  | 0,8931              | 6,1                               | 0,8953            | 6,6                               |
| 90  | 0,8369              | 0,7                               | 0,8376            | 0,9                               |
| 97,4                                      | 0,8062              | 0,08                              | 0,8082            | 0,36                              |

| RICHESSE<br>du<br>dissolvant<br>en alcool | A 10°<br>—<br>Sucre<br>dans<br>100 cm <sup>3</sup> | RICHESSE<br>du<br>dissolvant<br>en alcool | A 10°<br>—<br>Sucre<br>dans<br>100 cm <sup>3</sup> | RICHESSE<br>du<br>dissolvant<br>en alcool | A 10°<br>—<br>Sucre<br>dans<br>100 cm <sup>3</sup> |
|---|--|---|--|---|--|
| 0   | 105,2  | 40  | 74,9   | 80  | 13,3   |
| 10  | 95,4   | 50  | 63,4   | 90  | 2,3  |
| 20  | 90,0   | 60  | 49,9   | 97,4                                      | 0,5  |
| 30  | 82,2   | 70  | 31,4   |   |  |

## TABLEAU DE LA SOLUBILITÉ

des principaux composés minéraux.

---

Dans le Tableau suivant la solubilité est indiquée pour l'eau à 15° et à 100°; pour l'alcool sans signe, vers 15°.

Le chiffre donne le poids du sel soluble dans 100 parties de dissolvant.

Les nombres fournis par les différents observateurs divergent beaucoup; on a choisi ceux qui semblent mériter le plus de confiance.

ABRÉVIATIONS. — i. veut dire insoluble, insoluble dans; — sol. ou s., soluble dans; — t. s., très soluble; — p. s., peu soluble; — t. p. s., très peu soluble; — b., bouillant: — déliq., déliquescent; — déc., décomposé par le dissolvant. — Aq =  $H^2O$ ; — amm., ammoniacque; —  $\infty$ , en toutes proportions; — s. glycérine, précédé d'un chiffre, soit 20, indique que 20 parties du corps se dissolvent dans 100 parties de glycérine; — f., fondant.

## SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX.

| CORPS.               | FORMULES.                        | Poids<br>molecul. | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES |                |           | OBSERVATIONS.  |
|----------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------|-----------|--|
|                      |                                  |                   | Eau<br>froide.              | Eau<br>bouill. | Alcool.   |  |
| Alumine.....         | $Al^2O^3$                        | 103               | i                           | i.             | i.        | i. ac.; hydr. ts. ac.<br>et potasse.<br>f. 90°; b. 270°. |
| Bromure d'aluminium. | $Al^2Br^6$                       | 535               | s.                          | s.             | 50; b. 75 | volat.   |
| Chlorure             | $Al^2Cl^6 + 12 aq.$              | 484               | 400                         | ts.            | déc.      | volat.   |
| »                    | $Al^2Cl^6$                       | 266               | déc.                        | déc.           | déc.      | s. acides et alcalis.<br>f. 185°.                        |
| Fluorure             | $Al^2Fl^6$                       | 169               | i.                          | i.             | i.        | — 18 aq. 60°; anh. r.                                    |
| Iodure               | $Al^2I^6 + 12 aq.$               |                   | i.                          | i.             | i.        | — 24 aq. 50°.  |
| Nitrate              | $Al^2(AzO^3)^6 + 15 aq.$         | 697               | s.                          | s.             | s.        | 0,11 s. éther.   |
| Sulfate              | $Al^2(SO^4)^3 + 18 aq.$          | 677               | 87                          | 1140           | tps.      | 66 s. eau à 65°.   |
| Alun d'ammoniaque... | $Al^2(AzH^4)^2(SO^4)^4 + 24 aq.$ | 907               | 2,6                         | 70,8           | i.        | 20 s. glycérine.   |
| » de potasse.....    | $Al^2K^2(SO^4)^4 + 24 aq.$       | 959               | 3,9                         | 357            |           |  |
| » de soude.....      | $Al^2Na^2(SO^4)^4 + 24 aq.$      | 917               | 110                         | ts.            |           |  |
| Bromure d'ammonium.  | $AzH^4Br$                        | 98                | 78                          | ts.            | 3         |  |
| Carbonate            | $(AzH^4)^3H(CO^3)^2$             | 175               | 25                          | déc.           | i. déc.   |  |
| Chlorate             | $AzH^4ClO^3$                     | 101               | ts.                         | ts.            | ps.       |  |
| Chlorure             | $AzH^4Cl$                        | 53                | 28                          | 73             | 12        |  |
| Chromat d'ammonium.  | $(AzH^4)^2CrO^4$                 | 152               | ts.                         | ts.            |           |  |
| Bichromate           | $(AzH^4)^2Cr^2O^3$               | 253               | 9                           | 422            |           |  |
| Fluorure             | $AzH^4Fl$                        | 37                | ts.                         | ts.            | ps.       | attaque le verre.  |

|                        | $\text{Mo}^{\text{VI}}\text{O}^{3-}(\text{AzH}^+)^3 + 4\text{aq.}$ |   | 40  | ucc. | 43; b. 88<br>ps.<br>i. | déc. 170°.   |
|------------------------|--|---|-----|------|------------------------|--|
| Molybdate              | »  |   | 200 | ts.  |                        |  |
| Nitrate                | »  | $\text{AzH}^4\text{AzO}^3$  | 80  | déc. |                        |  |
| Perchlorate            | »  | $\text{AzH}^4\text{ClO}^4$  | 117 |      |                        |  |
| Phosphate              | »  | $(\text{AzH}^4)^2\text{HPO}^4$  | 132 | s.   |                        |  |
| Phosphomolybdate       | »  | $(\text{AzH}^4)_3\text{PO}^4 + (\text{MoO}^3)^{10} + \frac{3}{2}\text{aq.}$ | 603 | i.   |                        | i. acide nitrique.   |
| Sulfate                | »  | $(\text{AzH}^4)^2\text{SO}^4$   | 132 | 98   | i.                     | f. 140°.   |
| Sulfure                | »  | $(\text{AzH}^4)^2\text{S}$  | 68  | ts.  | s.                     |  |
| Sulfocyanate           | »  | $\text{AzH}^4\text{C.AzS}$  | 76  | ts.  | s.                     | f. 159°.   |
| Vanadate               | »  | $\text{AzH}^4\text{VO}^3$   | 117 | ts.  |                        |  |
| Oxyde d'antimoine...   | »  | $\text{Sb}^2\text{O}^3$   | 292 | tps. | i.                     | s. HCl, KHO et ac. tart.   |
| Anhyd. antimonique..   | »  | $\text{Sb}^2\text{O}^5$   | 324 | i.   | i.                     |  |
| Acide                  | »  | $\text{HSbO}^3$   | 171 | tps. | i.                     | i. amm.; s. KHO et HCl conc.                                       |
| Trichlor. d'antimoine. |  | $\text{SbCl}^3$   | 228 | déc. | i.                     | f. 73°; b. 230°.   |
| Pentachlor.            | »  | $\text{SbCl}^5$   | 299 | déc. |                        | liquide, dist. déc.  |
| Protosulfure           | »  | $\text{Sb}^2\text{S}^3$   | 340 | i.   | i.                     |  |
| Persulfure             | »  | $\text{Sb}^2\text{S}^5$   | 404 | déc. |                        |  |
| Oxyde d'argent....     | »  | $\text{Ag}^2\text{O}$   | 232 | tps. | i.                     |  |
| Arséniate              | »  | $\text{Ag}^3\text{AsO}^4$   | 463 | i.   | i.                     | s. acides et amm.  |
| Bromure                | »  | $\text{AgBr}$   | 188 | i.   | i.                     | s. amm., KCy, KBr.   |
| Chlorate               | »  | $\text{AgClO}^3$  | 191 | 50   | ps.                    | f. 230°.   |
| Chlorure               | »  | $\text{AgCl}$   | 143 | i.   | i.                     | s. amm., KCy, NaCl, HCl, conc. $\text{Na}^2\text{S}^2\text{O}^3$ . |
| Chromate               | »  | $\text{Ag}^2\text{CrO}^4$   | 332 | i.   | i.                     | s. amm., $\text{AzO}^3\text{H}$ .                                  |
| Cyanure                | »  | $\text{AgCy}$   | 134 | i.   | i.                     | s. cyanures et amm., i. $\text{AzO}^3\text{H}$ .                   |

# SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX ( suite ).

| CORPS.  | FORMULES.   | Poids<br>molécul.  | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES  |   |  | OBSERVATIONS.   |
|---|---|--|--|---|--|---|
|   |   |  | Eau<br>froide.   | Eau<br>bouill.  | Alcool.  |   |
| Cyanure d'arg. et potass.<br>Iodure d'argent.....   | $\text{KAgCy}^2$<br>$\text{AgI}$  | 199<br>235   | 12,5<br>i.   | 100<br>i.   | 4<br>i.  | $\text{o}, \text{o}/\text{s. am.}, \text{s. AgAzO}^3$ ,<br>$\text{KI}, \text{KCl}, \text{NaCl}, \text{KCy}$ ,<br>$\text{HI}$ .  |
| Nitrate<br>»<br>»<br>Phosphate d'argent.....<br>Pyrophosph. »<br>Sulfate »<br>Sulfite »<br>Sulfure »<br>Acide arsénieux.....<br>» arsenique.....<br>Anhydr. »<br>Bisulfure d'arsenic.....<br>Tri »<br>Baryte anhydre.....<br>» cristallisée.....<br>Bioxyde de baryum anhydr. | $\text{AgAzO}^3$<br>$\text{AgAzO}^2$<br>$\text{Ag}^3\text{PO}^4$<br>$\text{Ag}^3\text{P}^2\text{O}^7$<br>$\text{Ag}^2\text{SO}^4$<br>$\text{Ag}^2\text{SO}^3$<br>$\text{Ag}^2\text{S}$<br>$\text{As}^2\text{O}^3$<br>$\text{AsH}^3\text{O}^4, \frac{1}{2}\text{aq.}$<br>$\text{As}^2\text{O}^5$<br>$\text{As}^2\text{S}^2$<br>$\text{As}^2\text{S}^3$<br>$\text{BaO}$<br>$\text{BaH}^2\text{O}^2, 8\text{aq.}$<br>$\text{BaO}^2$<br>$\text{BaO}^2, 8\text{aq.}$ | 170<br>154<br>119<br>606<br>312<br>296<br>248<br>198<br>172<br>230<br>214<br>246<br>153<br>315<br>169<br>313 | 124<br>0,3<br>i.<br>i.<br>0,5<br>ps.<br>i.<br>op. 1,2<br>ts.<br>150<br>i.<br>0,0001<br>déc.<br>i.<br>na. | 940<br>s.<br>i.<br>i.<br>1,5<br>déc.<br>i.<br>11<br>ts.<br>ts.<br>i.<br>i.<br>déc.<br>déc.<br>i.<br>na. | 10, b. 25<br>i.<br>i.<br>i.<br>i.<br>i.<br>i.<br>0,72<br>ts.<br>ts.<br>i.<br>i.<br>b., 0,9<br>i. | f. 198°; s. éth. et glyc.<br>déc. 140°.<br>s. acides et amm.<br>s. acides et amm.<br>s. $\text{AzO}^3\text{H}$ .<br>s. amm. et sulfit. alc.<br>s. $\text{HCl}$ et glycérine.<br>— $\frac{1}{2}$ aq. 180°.<br>20 s. glycérine.<br>s. $\text{AmHS}$ .<br>s. $\text{AmHS}$ et $\text{Amm}$ .<br>— 7 aq. vide; f. 78°.<br>anh. 130° |

|                           |   |     |        |       |              |                                  |
|---------------------------|---|-----|--------|-------|--------------|----------------------------------|
| Bromure de baryum....     | BaBr <sup>2</sup> , 2aq.                        | 333 | 100    | 200   | i.           |                                  |
| Carbonate de baryum..     | BaCO <sup>3</sup> .                             | 197 | 0,007  | 0,006 | i.           |                                  |
| Chlorate                  | BaCl <sup>2</sup> O <sup>6</sup> , aq.          | 332 | 24,5   | 145   | 0,22, b., 3  | anh. 120°.                       |
| Chlorure                  | BaCl <sup>2</sup> , 2aq.                        | 244 | 31     | 59    | 0,01, b. 0,5 | ros. glyc.; anh. 100°.           |
| Chromate                  | BaCrO <sup>4</sup>                              | 253 | i.     | i.    | i.           | s. acides.                       |
| Fluorure                  | BaF <sup>2</sup>                                | 175 | ps.    | ps.   | i.           | s. HCl, AzO <sup>3</sup> H.      |
| Fluosilicate              | BaSiF <sup>6</sup>                              | 279 | 0,01   | 0,02  | i.           | 0,4 s. ac. nitr. dilué.          |
| Iodure                    | BaI <sup>2</sup> , 2aq.                         | 427 | ts.    | ts.   | ts.          |                                  |
| Nitrate                   | BaAz <sup>2</sup> O <sup>6</sup>                | 261 | 5,2    | 32    | tps.         |                                  |
| Nitrite                   | BaAz <sup>2</sup> O <sup>4</sup> , aq.          | 247 | ts.    | ts.   | 1,5          |                                  |
| Perchlorate               | BaCl <sup>2</sup> O <sup>8</sup> , 4aq.         | 408 | ts.    | ts.   | ts.          | — 2 aq. 100°.                    |
| Phosphate de bar. tribas. | Ba <sup>3</sup> (PO <sup>4</sup> ) <sup>2</sup> | 601 | i.     | i.    | i.           | s. acidea.                       |
| » bibas.                  | BaHPO <sup>4</sup>                              | 233 | i.     | i.    | i.           | s. acides.                       |
| » acide.                  | BaH <sup>4</sup> P <sup>2</sup> O <sup>8</sup>  | 331 | déc.   | déc.  | i.           | s. acides.                       |
| Pyrophosphate de bar.     | Ba <sup>2</sup> P <sup>2</sup> O <sup>7</sup>   | 448 | ps.    | ps.   | i.           | s. acides.                       |
| Sulfate                   | BaSO <sup>4</sup>                               | 233 | 0,0002 |       | i.           |                                  |
| Sulfhydrate               | BaS <sup>2</sup> H <sup>2</sup>                 | 203 | s.     | s.    | i.           |                                  |
| Oxyde de bismuth.....     | Bi <sup>2</sup> O <sup>3</sup>                  | 464 | i.     | i.    | i.           |                                  |
| Chlorure                  | BiCl <sup>3</sup>                               | 314 | i.     | i.    | i.           | s. HCl.                          |
| Nitrate                   | Bi(AzO <sup>3</sup> ) <sup>3</sup> , 5aq.       | 486 | déc.   | déc.  |              | anh. 80°; s. AzOH <sup>3</sup> . |
| » basiq.                  | BiAzO <sup>4</sup>                              | 286 | i.     | i.    | i.           | i. AzO <sup>3</sup> H.           |
| Phosphate                 | Bi <sup>3</sup> P <sup>2</sup> O <sup>8</sup>   | 820 | i.     | i.    | i.           |                                  |
| Sulfate                   | Bi <sup>2</sup> (SO <sup>4</sup> ) <sup>3</sup> | 704 | s.     |       |              |                                  |
| Acide borique crist....   | BoO <sup>3</sup> H <sup>3</sup>                 | 62  | 1,9    | 29    | b. 25        | 10 s. glycérine.                 |
| Oxyde de cadmium.....     | CdO   | 128 | i.     | i.    | i.           | 2 aq. 100°; anh. 260°.           |
| Bromure                   | CdBr <sup>2</sup> , 4aq.                        | 344 | 1,06   | ts.   | 30           | 0,4 s. éther.                    |
| Carbonate                 | CdCO <sup>3</sup>                               | 172 | i.     | i.    | i.           |                                  |

# SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX (suite).

| CORPS.                  | FORMULES.                                | Poids<br>molécul. | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES |                |         | OBSERVATIONS.          |
|-------------------------|--|-------------------|-----------------------------|----------------|---------|------------------------|
|                         |  |                   | Eau<br>froide.              | Eau<br>bouill. | Alcool. |                        |
| Chlorure de cadmium.    | $\text{CdCl}_2, 2\text{aq.}$             | 219               | 134                         | 134            | ps.     | 32 s. éther.           |
| Iodure                  | $\text{CdI}_2$                           | 366               | 194                         | 430            | 102     | f. 60°b. 132°, — 3 aq. |
| Nitrate                 | $\text{Cd}(\text{AzO}^3)^2, 4\text{aq.}$ | 308               | ts.                         | ts.            | ts.     | — 5 aq. 100°.          |
| Sulfate                 | $\text{CdSO}^4, 8\text{aq.}$             | 768               | 72                          | s.             | i.      |                        |
| Sulfure                 | $\text{CdS}$                             | 144               | i.                          | i.             | i.      |                        |
| Oxyde de calc. (chaux)  | $\text{CaO}$                             | 56                | hydr.                       | hydr.          | i.      |                        |
| Hydrate de calcium...   | $\text{CaH}^2\text{O}^2$                 | 74                | 0,18                        | 0,1            | i.      |                        |
| Arséniate               | $\text{Ca}^3\text{As}^2\text{O}^8$       | 398               | i.                          | i.             | i.      | s. acides.             |
| Arsénite                | $\text{CaHAsO}^3$                        | 164               | 0,03                        | i.             | i.      | s. acides et sels amm. |
| Bromure                 | $\text{CaBr}^2$                          | 200               | 140                         | 312            | s.      |                        |
| Carbonate               | $\text{CaCO}^3$                          | 100               | 0,018                       | 0,01           | i.      |                        |
| Chlorure                | $\text{CaCl}^2, 6\text{aq.}$             | 219               | 50                          | 1              | 13 b 70 | anh. 200°.             |
| Fluorure                | $\text{CaFl}^2$                          | 78                | 0,037                       | i.             | i.      | s. acides.             |
| Fluosilicate            | $\text{CaSiFl}^6$                        | 182               | i. déc.                     | déc.           | s.      |                        |
| Iodure                  | $\text{CaI}^2$                           | 291               | 200                         | 450            | s.      | s. alcool étheré.      |
| Nitrate                 | $\text{Ca}(\text{AzO}^3)^2$              | 164               | 94                          | 300            | s.      | s. acides.             |
| Phosphate bas. de calc. | $\text{Ca}^3\text{P}^2\text{O}^8$        | 310               | i.                          | i.             | i.      | anh. 120°; s. acides   |
| » rétrogradé »          | $\text{CaHPO}^4, 2\text{aq.}$            | 172               | i.                          | i.             | i.      | et citrates amm.       |



|                         |   |     |        |      |           |                            |
|-------------------------|---|-----|--------|------|-----------|----------------------------|
| Sulfate de calcium..... |   | 564 | 8,3    | 0,5  | i.        | + 3, 6, 8, 9 ou 12 aq.     |
| » de cérium.....        | $\text{Ce}^2(\text{SO}^4)^3$                            | 279 | i.     | i.   | i.        | — 4 aq. 100°; s. ac.       |
| Oxyde de chrome.....    | $\text{Cr}^2\text{O}^6\text{H}^6, 4\text{aq.}$          |     |        |      |           | et alcalis.                |
| Acide chromique.....    | $\text{CrO}^3$  | 100 | 160    | ts.  | s. froid. |                            |
| » chlorochromique.      | $\text{CrO}^2\text{Cl}^2$                               | 155 | déc.   | déc. | déc.      | liq. b. 118°; s. ac. acét. |
| Chlorure chromeux....   | $\text{ClCl}^2$   | 123 | ts.    | ts.  | ts.       | absorbe l'oxygène.         |
| » chromique....         | $\text{Cr}^2\text{Cl}^6, 12\text{aq.}$                  | 534 | s.     | s.   | s.        | — 12 aq. 100°.             |
| Sulfate.....            | $\text{Cr}^2(\text{SO}^4)^3, 18\text{aq.}$              | 717 | 120    | ts.  | s.        | anh. 100°.                 |
| Alun chromico-potassiq. | $\text{K}^2\text{Cr}^2(\text{SO}^4)^4, 24\text{aq.}$    | 999 | 16     | 50   | i.        | — aq. 100°; s. ac.         |
| Oxyde de cobalt.....    | $\text{CoO}^2\text{H}^2$                                | 93  | i.     | i.   | i.        | s. carbonate amm.          |
| Peroxyde » .....        | $\text{Co}^2\text{O}^3, 3\text{aq.}$                    | 220 | i.     | i.   | i.        | — 5 $\frac{1}{3}$ aq. 25°. |
| Arséniate » .....       | $\text{Co}^3\text{As}^2\text{O}^8, 8\text{aq.}$         | 599 | i.     | i.   | i.        | — 4 aq. 121°.              |
| Carbonate » .....       | $\text{CoCO}^3, 6\text{aq.}$                            | 227 | i.     | i.   | i.        | s. K Cy.                   |
| Chlorure » .....        | $\text{CoCl}^2, 6\text{aq.}$                            | 238 | s.     | ts.  | s.        | s. amm. et acides.         |
| Cyanure » .....         | $\text{CoCy}^2$   | 101 | i.     | i.   | i.        | s. amm.                    |
| Nitrate » .....         | $\text{Co}(\text{AzO}^3)^2, 6\text{aq.}$                | 291 | deliq. | ts.  | 100°      | s. hyposulfite Na,         |
| Nitrite » et potasse    | $\text{Co}^2\text{K}^6(\text{AzO}^2)^{12}, 3\text{aq.}$ | 958 | i.     | déc. | i.        | anh. 100°.                 |
| Phosphate » .....       | $\text{Co}^3\text{P}^2\text{O}^8, 2\text{aq.}$          | 403 | i.     | i.   | i.        | s. HCl, amm., NaCl.        |
| Sulfate » .....         | $\text{CoSO}^4, 7\text{aq.}$                            | 281 | 93     | 65   | i.        | s. éther.                  |
| Protoxyde de cuivre...  | $\text{Cu}^2\text{O}$                                   | 143 | i.     | i.   | i.        |                            |
| Oxyde cuivrique, hydr.  | $\text{CuO}^2\text{H}^2$                                | 97  | i.     | i.   | i.        |                            |
| Bromure » .....         | $\text{CuBr}^2$   | 223 | ts.    | ts.  | s.        |                            |
| Chlorure cuivreux.....  | $\text{Cu}^2\text{Cl}^2$                                | 198 | i.     | i.   | i.        |                            |
| » cuivrique.....        | $\text{CuCl}^2, 2\text{aq.}$                            | 170 | 60     | ts.  | s. b. 100 |                            |

# SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX (suite).

| CORPS.                   | FORMULES.   | Poids<br>molécul. | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES |                |         | OBSERVATIONS.  |
|--------------------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------|---------|--|
|                          |   |                   | Eau<br>froide.              | Eau<br>bouill. | Alcool. |  |
| Nitrate cuivrique.....   | $\text{Cu}(\text{AzO}^3)^2, 6\text{aq.}$            | 295               | ts.                         | ts.            | ts.     | — 4 aq. 100°, anh.<br>240°, 30 s. glyc.                                  |
| Sulfate » .....          | $\text{CuSO}^4, 5\text{aq.}$                        | 249               | 18                          | 75             | i.      |  |
| » de cuivre amm..        | $\text{CuSO}^4, \frac{1}{4}\text{AzH}^3, \text{aq}$ | 245               | 60                          | déc.           | i.      | s. acides.<br>i. ac. dil.; s. HCl conc.<br>anh. 100°.<br>anh. table 178. |
| Protosulfure de cuivre.. | $\text{Cu}^2\text{S}$                               | 159               | i.                          | i.             | i.      |  |
| Bisulfure de cuivre..... | $\text{CuS}$  | 95                | 0,0001                      | i.             | i.      | s. HCl conc.<br>ppté s. HCl conc.<br>s. amm.                             |
| Acide stannique.....     | $\text{SnO}^3\text{H}^2$                            | 168               | i.                          | i.             | i.      |  |
| » métastannique....      | $\text{Sn}^5\text{O}^{11}\text{H}^2 + 4\text{aq.}$  | 540               | i.                          | i.             | i.      | s. HCl conc.<br>ppté s. HCl conc.<br>s. amm.                             |
| Protochlorure d'étain..  | $\text{SnCl}^2, 2\text{aq.}$                        | 225               | 270                         | déc.           | s.      |  |
| Bichlorure » .....       | $\text{SnCl}^4, 5\text{aq.}$                        | 350               | ts.                         | déc.           | déc.    | ts glycérine,<br>s. acides.  |
| » d'étain amm.           | $(\text{AzH}^4)^2\text{SnCl}^6$                     | 367               | 33                          | déc.           | déc.    |  |
| Protosulfure » .....     | $\text{SnS}$  | 150               | i.                          | i.             | i.      | ts glycérine,<br>s. acides.  |
| Bisulfure » .....        | $\text{SnS}^2$                                      | 182               | i.                          | i.             | i.      |  |
| Protoxyde de fer hyd..   | $\text{FeH}^2\text{O}^2$                            | 90                | 0,0006                      | déc.           | i.      | ts glycérine,<br>s. acides.  |
| Bromure ferreux.....     | $\text{FeBr}^2, 6\text{aq}$                         | 324               | s.                          | ts.            | s.      |  |
| Carbonate » .....        | $\text{FeCO}^3$                                     | 116               | i.                          | i.             | i.      | ts glycérine,<br>s. acides.  |
| Chlorure » .....         | $\text{FeCl}^2, 4\text{aq.}$                        | 199               | 140                         | ts.            | s.      |  |
| Iodure » .....           | $\text{FeI}^2, 4\text{aq.}$                         | 382               | ts.                         | déc.           | s.      | ts glycérine,<br>s. acides.  |
| Nitrate » .....          | $\text{Fe}(\text{AzO}^3)^2, 6\text{aq.}$            | 288               | s.                          | déc.           | s.      |  |
| Phosphate » ....         | $\text{Fe}^3(\text{PO}^4)^2, 8\text{aq.}$           | 502               | i.                          | i.             | i.      |  |



# SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX (suite).

| CORPS.                 | FORMULES.              | Poids<br>molecul. | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES |                |         | OBSERVATIONS.           |
|------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------|---------|-------------------------|
|                        |                        |                   | Eau<br>froide.              | Eau<br>bouill. | Alcool. |                         |
| Chlorure de magnésium. | $MgCl^2$ , 6aq.        | 203               | 160                         | 370            |         |                         |
| Phosphate »            | $MgHPO^4$ , 7aq.       | 246               | 0,3                         | déc.           |         |                         |
| » » ammon.             | $MgAzH^4PO^4$ , 6aq.   | 245               | 0,02                        | i.             | i.      | —4aq. 100°, an. 176°    |
| Pyrophosphate de magn. | $Mg^2P^2O^7$ , 5aq.    | 312               | i.                          | i.             | i.      | i. eau ammon.           |
| Sulfate de magnésium.. | $MgSO^4$ , 7aq.        | 250               | 27                          | 74             | i.      | s. acides.              |
| Protoxyde de manganèse | $MnO$                  | 71                | i.                          | i.             | i.      |                         |
| Sesquioxyde »          | $Mn^2O^3$              | 158               | i.                          | i.             | i.      |                         |
| Bioxyde »              | $MnO^2$                | 87                | i.                          | i.             | i.      |                         |
| Oxyde de mang. interm. | $Mn^3O^4$              | 329               | i.                          | i.             | i.      |                         |
| Carbonate de manganèse | $MnCO^3$               | 115               | 0,01                        | i.             | i.      |                         |
| Chlorure »             | $MnCl^2$ , 4aq.        | 198               | 150                         | 620            | 200     |                         |
| Nitrate »              | $Mn(AzO^3)^2$ , 6aq.   | 287               | ts.                         | ts.            | s.      |                         |
| Sulfate »              | $MnSO^4$ , 4aq.        | 223               | 110                         | 146            | i.      | pluss. à 60° qu'à 100°. |
| Oxydule de mercure...  | $Hg^2O$                | 416               | i.                          | i.             | i.      |                         |
| Bromure mercurieux.... | $Hg^2Br^2$             | 560               | i.                          | i.             | i.      |                         |
| Chlorure » ....        | $Hg^2Cl^2$             | 471               | i.                          | déc.           | i.      | i. éther.               |
| Chromate »             | $4Hg^2O$ , $3CrO^3$ .  | 654               | 0,04                        | déc.           | i.      |                         |
| Iodure »               | $Hg^2I^2$              | 560               | s.                          | déc.           | i.      |                         |
| Nitrate »              | $Hg^2(AzO^3)^2$ , 2aq. | 496               | i.                          |                |         |                         |
| Sulfate »              | $Hg^2SO^4$             |                   |                             |                |         |                         |

|                          |  |     |       |      |           |  |
|--------------------------|--|-----|-------|------|-----------|--|
| Bioxyde (oxyde mercur.)  | HgO  | 216 | 0,000 | ps.  |           |  |
| Bromure                  | HgBr <sup>2</sup>  | 360 | 0,4   | 4    | s.        | s. éther.  |
| Chlor. merc. (Sub. Cor.) | HgCl <sup>2</sup>  | 271 | 5,7   | 54   | 33, b. 90 | 25 s. éther.   |
| Cyanure                  | HgCy <sup>2</sup>  | 252 | 12    | 53   | 5, b. 20  | 27 s. glycérine.   |
| » de merc. et potas.     | K <sup>2</sup> HgCy <sup>4</sup>   | 382 | 22    |      | s.        |  |
| Iodure                   | HgI <sup>2</sup>   | 451 | 0,6   |      | 0,8, b. 8 | 1, 3 s. éther; s. KI, HgCl <sup>2</sup> , HgCy <sup>2</sup> , etc. |
| »                        | KHgI <sup>3</sup> , 1½ aq.   | 647 | s.    | déc. | s.        | s. éther.  |
| Nitrate mercurique.....  | Hg(AzO <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> , ½ aq.                                 | 333 | ts.   |      |           |  |
| Sulfate                  | HgSO <sup>4</sup> , aq.  | 314 | déc   |      |           | anh. 100°.   |
| » basiq.                 | 2 HgO, HgSO <sup>4</sup>   | 728 | 0,005 | 0,16 | i.        |  |
| Sulfure                  | HgS  | 232 | i.    | i.   | i.        |  |
| Acide molybdique.....    | MoO <sup>3</sup>   | 144 | 0,2   | 0,5  | s.        |  |
| Chlorure de molybdène    | MoCl <sup>5</sup>  | 269 | s.    | i.   | i.        |  |
| Sulfure                  | MoS <sup>2</sup>   | 160 | i.    |      | i.        |  |
| Oxyde de nickel.....     | NiO  | 75  | i.    |      | i.        |  |
| Sesquioxyde »            | Ni <sup>2</sup> O <sup>3</sup> , 2 aq.                                     | 203 | i.    |      | i.        | s. ammon. déc.   |
| Chlorure »               | NiCl <sup>2</sup> , 6 aq.  | 238 | 50    | s.   | s.        |  |
| Cyanure »                | NiCy <sup>2</sup> , 1½ aq.   |     | i.    | i.   | i.        | s. KCy.  |
| Nitrate »                | Ni(AzO <sup>3</sup> ) <sup>2</sup> , 6 aq.                                 | 291 | 50    | ts.  | s.        | s. acides.   |
| Phosphate »              | Ni <sup>3</sup> P <sup>2</sup> O <sup>8</sup> , 7 aq.                      | 493 | i.    | i.   | i.        | — 4 aq. 100°.  |
| Sulfate »                | NiSO <sup>4</sup> , 7 aq.  | 281 | 68    | ts.  | i.        | i. sol. sat. sulf. amm.  |
| » amm...                 | (AzH <sup>4</sup> ) <sup>2</sup> Ni(SO <sup>4</sup> ) <sup>2</sup> , 6 aq. | 395 | 8     | 40   | i.        | anh. air sec.  |
| Peroxyde d'or hydr....   | AuO <sup>3</sup> H <sup>3</sup>  | 247 | i.    | i.   | i.        |  |
| Perchlorure d'or neutre. | AuCl <sup>3</sup>  | 303 | s.    | s.   | s.        | s. éther.  |
| » » acide..              | AuCl <sup>4</sup> H, 3 aq.   | 393 | s.    | s.   | s.        |  |
| » » et pot.              | AuKCl <sup>4</sup> , 2 aq.   | 413 | ts.   | ts.  | s.        |  |
| » » et sed.              | AuNaCl <sup>4</sup> , 2 aq.  | 397 | s.    | s.   | s.        |  |

## SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX (suite).

| CORPS.                    | FORMULES.                                | Poids<br>molecul. | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES |                |         | OBSERVATIONS.        |
|---------------------------|--|-------------------|-----------------------------|----------------|---------|----------------------|
|                           |  |                   | Eau<br>froide.              | Eau<br>bouill. | Alcool. |                      |
| Protocyanure d'or.....    | AuCy                                     | 222               | i.                          | i.             | i.      |                      |
| » d'or et potass.         | AuKCy <sup>2</sup>                       | 287               | 1/4                         | 200            | ps.     |                      |
| Percyanure d'or acide..   | AuCy <sup>4</sup> H, 6aq.                | 409               | ts.                         | ts.            | ts.     | ts. éther; i. 50°.   |
| » et pot.                 | AuKCy <sup>4</sup>                       | 339               | ts.                         | ts.            | i.      |                      |
| Acide osmique.....        | OsO <sup>4</sup>                         | 263               | s.                          |                | s. déc. | volatil.             |
| Chlorure de palladium.    | PdCl <sup>2</sup> , 2aq.                 | 213               | s.                          | ts.            | s.      |                      |
| Iodure »                  | PdI <sup>2</sup>                         | 360               | i.                          | i.             | i.      | ps. ac. iodhydrique. |
| Acide phosphoreux....     | H <sup>3</sup> PO <sup>3</sup>           | 82                | ts.                         | ts.            | s.      |                      |
| Anhydr. phosphorique.     | P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>            | 142               | déc.                        | déc.           | déc.    |                      |
| Acide »                   | PO <sup>4</sup> H <sup>3</sup>           | 98                | ts.                         | ts.            | ts.     |                      |
| Tribrom. de phosphore     | PBr <sup>3</sup>                         | 271               | déc.                        |                | déc.    | b. 175°, 3.          |
| Oxybromure »              | POBr <sup>3</sup>                        | 287               | déc.                        |                | déc.    | f. 45°; b. 193°.     |
| Trichlorure de phosph.    | PCl <sup>3</sup>                         | 137               | déc.                        |                | déc.    | b. 78°, 5.           |
| Oxychlorure »             | POCl <sup>3</sup>                        | 153               | déc.                        |                | déc.    | b. 110°.             |
| Pentachlorure »           | PCl <sup>5</sup>                         | 208               | déc.                        |                | déc.    | f. b. 148°.          |
| Triiodure »               | PI <sup>3</sup>                          | 412               | déc.                        |                | déc.    | f. 55°.              |
| Iodure de phosphonium.    | PH <sup>4</sup> I                        | 162               | déc.                        |                |         |                      |
| Protochlorure de platine  | PtCl <sup>2</sup>                        | 268               | i.                          |                |         | s. HCl.              |
| Bichlorure »              | PtCl <sup>4</sup>                        | 339               | ts.                         | ts.            | ts.     | ts. alcool étheré.   |
| Chlorure de plat. et sod. | Na <sup>2</sup> PtCl <sup>6</sup> , 6aq. | 564               | ts.                         | ts.            | ts.     |                      |

|                           |  |     |       |       |                       |
|---------------------------|--|-----|-------|-------|-----------------------|
| Chlorure de plat. et pot. | $\text{K}^2\text{PtCl}_6$                    | 488 | 6,95  | 3,3   | 0,0003                |
| » am.                     | $(\text{AzH}^4)^2\text{PtCl}_6$              | 446 | 0,67  | 1,25  | 0,004                 |
| » césium.                 | $\text{Cs}^2\text{PtCl}_6$                   | 605 | 0,07  | 0,38  |                       |
| » rubid..                 | $\text{Rb}^2\text{PtCl}_6$                   | 510 | 0,13  | 0,64  | i.                    |
| » thall..                 | $\text{Tl}^2\text{PtCl}_6$                   | 747 | 0,006 | 0,051 |                       |
| Cyanure de platine....    | $\text{PtCy}^2$                              | 245 | i.    | i.    | i. acides et alcalis. |
| Platinocyanure d'am.      | $(\text{AzH}^4)^2\text{PtCy}^4, 2\text{aq.}$ | 369 | 100   | ts.   | anh. 150°.            |
| » de baryum.              | $\text{BaPtCy}^4, 4\text{aq.}$               | 510 | 3     | ts.   | anh. 140°.            |
| » de césium..             | $\text{CaPtCy}^4, 5\text{aq.}$               | 428 | ts.   |       | — 3aq. air sec.       |
| » de cérium..             | $\text{CePtCy}^4, 6\text{aq.}$               | 547 | s.    | s.    | s. alc. éth.; — 1aq.  |
| » de magnés..             | $\text{MgPtCy}^4, 7\text{aq.}$               | 448 | ts.   |       | 50°; — 4aq. 212°.     |
| » de potasse.             | $\text{K}^2\text{PtCy}^4, 3\text{aq.}$       | 430 | s.    | ts.   |                       |
| » de pot. et sod.         | $\text{KNaPtCy}^4, 6\text{aq.}$              | 468 | s.    |       |                       |
| Platinocyan. de sodium.   | $\text{Na}^2\text{PtCy}^4, n\text{aq.}$      | 342 | s.    |       |                       |
| » de strontium.           | $\text{SrPtCy}^4, 5\text{aq.}$               | 475 | s.    |       |                       |
| protoxyde de plomb ..     | $\text{PbO}$                                 | 223 | i.    | i.    | i.                    |
| Bioxyde de plomb....      | $\text{PbO}^2$                               | 239 | i.    | i.    |                       |
| Sesquiox. de pl. (min.).  | $\text{Pb}^2\text{O}^3$                      | 462 | i.    | i.    |                       |
| Bromure de plomb ..       | $\text{PbBr}^2$                              | 367 | ps.   | s.    | s. acides dilués.     |
| Carbonate » ....          | $\text{PbCO}^3$                              | 267 | i.    | i.    | s. sels ammon.        |
| Chlorate » ...            | $\text{Pb}(\text{ClO}^3)^2, \text{aq.}$      | 392 | s.    | ts.   | s. HCl.               |
| Chlorure » ...            | $\text{PbCl}^2$                              | 278 | 0,6   | 5     | 0,5                   |
| Chromate » ...            | $\text{PbCrO}^4$                             | 323 | i.    | i.    | i. ts. potasse.       |
| Fluorure » ....           | $\text{PbFl}^2$                              | 245 | i.    |       | i. s. acides.         |
| Iodure » ....             | $\text{PbI}^2$                               | 461 | 0,08  | 0,5   | 0,02                  |
| Nitrate » ....            | $\text{Pb}(\text{AzO}^3)^2$                  | 331 | 39    | 139   |                       |
| Nitrite de plomb basique  | $\text{Pb}(\text{AzO}^2)^2, 3\text{PbO}$     | 968 | 0,7   | 3     | s. acides.            |

# SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX (suite).

| CORPS.                  | FORMULES.                                 | Poids<br>molecul. | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES |                |            | OBSERVATIONS.        |
|-------------------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------|------------|----------------------|
|                         |   |                   | Eau<br>froide.              | Eau<br>bouill. | Alcool.    |                      |
| Phosphate de plomb bas. | $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2, 3\text{aq.}$ | 865               | i.                          | i.             | i.         | s. tart. amm.; 0,003 |
| Sulfate                 | $\text{PbSO}_4$                           | 303               | 0,005                       | i.             | i.         | s. ac. sulf. dilué.  |
| Sulfure                 | PbS                                       | 239               | i.                          | i.             | i.         |                      |
| Oxyde de potassium ...  | $\text{K}_2\text{O}$                      | 94                | déc.                        | déc.           | déc.       |                      |
| Hydrate                 | KHO                                       | 56                | 200                         | ts.            | ts.        | ts. glycérine.       |
| Arséniate               | $\text{K}^3\text{AsO}_4$                  | 256               | dél.                        | ts.            | 4          | 50 s. glycérine.     |
| Arsénite                | $\text{K}^2\text{AsO}_3\text{H}$          | 202               | ts.                         | ts.            |            |                      |
| Bromate                 | $\text{KBrO}_3$                           | 167               | 7                           | 50             | ps.        |                      |
| Bromure                 | KBr                                       | 119               | 53                          | 102            | 0,5; b. 7. | 0,02 s. éther.       |
| Carbonate               | $\text{K}_2\text{CO}_3$                   | 138               | 83                          | 154            | i.         |                      |
| Bicarbonate             | $\text{KHCO}_3$                           | 100               | 20                          | 36             | i.         | 3,5 s. glycérine.    |
| Chlorate                | $\text{KClO}_3$                           | 122               | 3,3                         | 57             | 0,8        |                      |
| Chlorure                | KCl                                       | 74                | 28,5                        | 79             | 2,8        |                      |
| Chromate                | $\text{K}_2\text{CrO}_4$                  | 194               | 59                          | 94             | déc.       |                      |
| Bichromate de potass..  | $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$         | 294               | 4,6                         |                |            |                      |
| Cobaltticyanure         | $\text{K}^6\text{Co}_2\text{Cy}^{12}$     | 634               | ps.                         |                | i.         |                      |
| Cyanate                 | $\text{KCvO}$                             | 81                | s.                          | 122            | ps.        | s. alcool aqueux.    |
| Cyanure                 | KCy                                       | 65                | s.                          | 775            | 1,2        | ps. alcool aqueux.   |
| Ferri cyanure           | $\text{K}^6\text{Fe}_2\text{Cy}^{12}$     | 658               | 36                          |                | i.         |                      |



|                           |        |                             |     |      |      |           |                        |
|---------------------------|--------|-----------------------------|-----|------|------|-----------|------------------------|
| Ferrocyanure              | »      | $K^4FeCy^6, 3aq.$           | 422 | 26   | 50   | i.        | i. HCl.                |
| Fluoborate                | »      | $KBoFl^4$                   | 126 | 1,4  | s.   | i.; b. s. | attaque le verre.      |
| Fluosilicate              | »      | $K^2SiFl^6$                 | 220 | 0,13 | 0,66 | i.        |                        |
| Fluorure                  | »      | $KFl, 2aq.$                 | 94  | s.   | ts.  | tps.      |                        |
| Iodate                    | »      | $KIO^4$                     | 214 | 8    | 32   | i.        |                        |
| Iodure                    | »      | KI                          | 166 | 128  | 209  | 1,5       | 40 s. gl.; 0,3 s. éth. |
| Manganate                 | »      | $K^2MnO^4$                  | 197 | s.   | s.   | déc.      |                        |
| Nitrate                   | »      | $KAzO^3$                    | 101 | 13   | 247  | i. b. 2.  |                        |
| Nitrite                   | »      | $KAzO^2$                    | 85  | dél. | ts.  | s.        |                        |
| Perchlorate               | »      | $KClO^4$                    | 138 | 1,5  | 22   | i.        |                        |
| Periodate                 | »      | $KIO^4$                     | 230 | 0,3  | s.   | déc.      |                        |
| Permanganate              | »      | $K^2Mn^2O^8$                | 316 | 6,3  | s.   | i.        |                        |
| Phosphate                 | » bib. | $K^2HP O^4$                 | 174 | ts.  | déc. | i.        | 50 ts. eau.            |
| Pyroantimoniate de pot.   | »      | $K^2H^2Sb^2O^7, 7aq.$       | 562 | ps.  | déc. | i.        | —aq. 100°, anh. 300°   |
| Pyrophosphate             | »      | $K^4P^2O^7, 3aq.$           | 384 | ts.  | ts.  | i.        |                        |
| Pyrosulfate               | »      | $K^2S^2O^7$                 | 254 | 33   | 100  | déc.      |                        |
| Silicate                  | »      | $K^2SiO^3$                  | 154 | s.   | s.   | i.        |                        |
| Sulfate                   | »      | $K^2SO^4$                   | 174 | 8,5  | 26,2 | i.        |                        |
| Bisulfate                 | »      | $KHSO^4$                    | 136 | 50   | 110  | i. déc.   |                        |
| Sulphhydrate              | »      | $KHS, \frac{1}{2}aq.$       | 81  | s.   | ts.  | s.        |                        |
| Sulfite                   | »      | $K^2SO^3$                   | 158 | 100  | ts.  | i.        | f. 161°.               |
| Bisulfite de potassium... | »      | $KHSO^3$                    | 120 | s.   | s.   | i.        |                        |
| Sulfocyanure              | »      | $KCyS$                      | 97  | 130  | ts   | s.        |                        |
| Sulfure                   | »      | $K^2S$                      | 110 | ts.  | ts.  | s.        |                        |
| Pentasulfure              | »      | $K^2S^5$                    | 238 | s.   | s.   | s.        |                        |
| Tungstate                 | »      | $K^2TuO^4, (1, 2 ou 5) aq.$ | 326 | s.   | s.   | i.        |                        |
| Bitungstate               | »      | $5K^2O, 12TuO^3, 11aq.$     | 1,4 | 1,4  | 12   | i.        |                        |
| Vanadate                  | »      | $KVO^3$                     | 138 | ps.  | ts.  | i.        | ps. KHO étendu.        |

# SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX (suite).

| CORPS.                  | FORMULES.   | Poids<br>molecul. | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES |                |         | OBSERVATIONS.         |
|-------------------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------|---------|-----------------------|
|                         |   |                   | Eau<br>froide.              | Eau<br>bouill. | Alcool. |                       |
| Acide sélénieux.....    | $\text{SeO}^2$                                      | 111               | ts.                         | ts.            |         |                       |
| » sélénique.....        | $\text{H}^2\text{SeO}^4$                            | 145               | s.                          | s.             |         |                       |
| Silice.....             | $\text{SiO}^2$                                      | 60                | i.                          | i.             | i.      | i. éther, ts. glycér. |
| Hydrate de sodium....   | $\text{NaHO}$                                       | 40                | 60                          | 250            | s.      | 50 s. glycérine.      |
| Arséniate ».....        | $\text{Na}^3\text{AsO}^4, 12\text{aq.}$             | 402               | 28                          | ts.            | 1,8     |                       |
| Arsénite ».....         | $\text{Na}^2\text{HAsO}^3$                          | 170               | ts.                         | ts.            | ps.     | 60 s. glycérine.      |
| Borate ».....           | $\text{Na}^2\text{B}^4\text{O}^7, 10\text{aq.}$     | 382               | 28                          | 91             |         |                       |
| Bromate ».....          | $\text{NaBrO}^3$                                    | 151               | 38                          | 90             | 6       | 0,08 s. éther.        |
| Bromure ».....          | $\text{NaBr}$                                       | 175               | 77                          | 115            | i.      |                       |
| Carbonate » anhyd.      | $\text{Na}^2\text{CO}^3$                            | 106               | 15                          | 48             | i.      | 98 s. glycérine.      |
| » crist.                | $\text{Na}^2\text{CO}^3, 10\text{aq.}$              | 286               | 7                           |                | i.      |                       |
| Bicarbonate ».....      | $\text{NaHCO}^3$                                    | 84                | 9                           |                | i.      |                       |
| Chlorate ».....         | $\text{NaClO}^3$                                    | 107               | 99                          | 204            | 3       | 8 s. glycérine.       |
| Chlorure ».....         | $\text{NaCl}$                                       | 58                | 35,5                        | 39,6           | i.      | 20 s. glycérine.      |
| Chromate ».....         | $\text{Na}^2\text{CrO}^4, 10\text{aq.}$             | 312               | s.                          | s.             |         |                       |
| Bichromate ».....       | $\text{Na}^2\text{Cr}^2\text{O}^7, 2\text{aq.}$     | 299               | s.                          | s.             |         |                       |
| Ferrocyanure ».....     | $\text{Na}^4\text{FeCy}^6, 12\text{aq.}$            | 520               | 22                          | ts.            | i.      |                       |
| Ferri cyanure ».....    | $\text{Na}^6\text{Fe}^2\text{Cy}^{12}, 2\text{aq.}$ | 598               | 18                          | 80             | s.      |                       |
| Fluosilicate ».....     | $\text{Na}^2\text{SiF}^6$                           | 188               | ps.                         | ps.            | i.      |                       |
| Hydrosulfite de sodium. | $\text{NaHSO}^2$                                    | 88                | s.                          | s.             | i.      |                       |

|  |   |            |         |      |      |
|--|---|------------|---------|------|------|
| Hyposulfite                              | $\text{NaHSO}_3$  | 89         | dél.    | ts.  | s.   |
| Iodate                                   | $\text{Na}^2\text{S}^2\text{O}_3, 5\text{aq.}$<br>$\text{NaIO}_3$   | 248<br>198 | 49<br>9 | 34   | i.   |
| Iodure                                   | $\text{NaI}, 4\text{aq.}$   | 222        | 180     | 310  | 8    |
| Métaphosphate                            | $\text{NaPO}_3, 2\text{aq.}$  | 148        | 22      | déc. | i.   |
| Nitrate                                  | $\text{NaAzO}_3$  | 85         | 71      | 178  | i.   |
| Nitrite                                  | $\text{NaAzO}_2$  | 69         | ts.     | ts.  | s.   |
| Nitroprussiate                           | $\text{Na}^4\text{Fe}^2\text{Cy}^{10}(\text{AzO}^2)^2, 4\text{aq.}$ | 508        | 40      | ts.  | ps.  |
| Perchlorate                              | $\text{NaClO}_4$  | 122        | dél.    | ts.  | ts.  |
| Periodate de sod. bas..                  | $\text{Na}^4\text{I}^2\text{O}^9, 3\text{aq.}$                      | 542        | i.      | ps.  | i.   |
| Phosphate                                | $\text{Na}^2\text{HPO}_4, 12\text{aq.}$                             | 358        | 15      | 260  | i.   |
| » bibas.                                 | $\text{Na}^3\text{PO}_4, 12\text{aq.}$                              | 380        | 20      | 250  | i.   |
| » tribas.                                | $(\text{AzH}^4)\text{NaHPO}_4, 4\text{aq.}$                         | 209        | 16      | 100  | i.   |
| » ammon.                                 |   |            |         |      |      |
| Pyroantimoniate de sodium (sel Frémy)... | $\text{Na}^2\text{H}^2\text{Sb}^2\text{O}^1, \text{aq.}$            | 512        | tps.    | tps. | i.   |
| Pyrophosphate de sod..                   | $\text{Na}^4\text{P}^2\text{O}^1, 10\text{aq.}$                     | 446        | 7       | 93   | i.   |
| Pyrosulfate                              | $\text{Na}^2\text{S}^2\text{O}^1$                                   | 222        | ts.     | ts.  | i.   |
| Silicate                                 | $\text{Na}^2\text{SiO}^3, 6\text{aq.}$                              | 230        | s.      | s.   | i.   |
| Stannate                                 | $\text{Na}^2\text{SnO}^3, 3\text{aq.}$                              | 266        | 103     | ts.  | i.   |
| Sulfate                                  | $\text{Na}^2\text{SO}^4, 10\text{aq.}$                              | 322        | 12, 2   | déc. | i.   |
| Bisulfate                                | $\text{NaHSO}^4$  | 120        | déc.    | déc. | déc. |
| Sulfoantimoniate                         | $\text{Na}^3\text{SbS}^4, 9\text{aq.}$                              | 481        | ts.     | 100  | i.   |
| Sulfite                                  | $\text{Na}^2\text{SO}^3, 7\text{aq.}$                               | 252        | 25      | ts.  | i.   |
| Bisulfite                                | $\text{NaHSO}^3$  | 104        | ts.     | ts.  | s.   |
| Sulfure                                  | $\text{Na}^2\text{S}$   | 78         | ts.     | ts.  | ps.  |
| Sulfure de sodium tétra.                 | $\text{Na}^2\text{S}^4$   | 174        | s.      | s.   | ps.  |
| Tungstate                                | $\text{Na}^2\text{TuO}^4, 2\text{aq.}$                              | 330        | 55      | 124  | déc. |
| Anhydride sulfurique..                   | $\text{SO}^3$   | 80         | déc.    |      |      |

f. 48°.

s. acides.  
anh. 100°  
f. 77°.an. 130°; ps.  $\text{NaHSO}^3$ 

ts. glycérine.

# SOLUBILITÉ DES PRINCIPAUX COMPOSÉS MINÉRAUX (suite).

| CORPS.                  | FORMULES.        | Poids<br>molecul. | SOLUBILITÉ DANS 100 PARTIES |                |         | OBSERVATIONS.  |
|-------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|----------------|---------|--|
|                         |                  |                   | Eau<br>froide.              | Eau<br>bouill. | Alcool. |  |
| Acide sulfurique.....   | $H^2SO^4$        | 98                | $\infty$                    | $\infty$       | déc.    |  |
| » pyrosulfurique...     | $H^2S^2O^7$      | 178               | déc.                        |                | déc.    |  |
| » nitrosulfurique...    | $(AzO)HSO^4$     | 127               | déc.                        |                | déc.    |  |
| Oxyde de strontium...   | $SrO$            | 103               | déc.                        |                |         |  |
| Hydrate » (strontiane)  | $SrH^2O^2, 8aq.$ | 265               | 0,9                         | 100            |         |  |
| Bromure de strontium.   | $SrBr^2, 6aq.$   | 355               | 100                         | 250            | s.      |  |
| Carbonate »             | $SrCO^3$         | 147               | 0,001                       | 0,005          |         |  |
| Chlorure »              | $SrCl^2, 6aq.$   | 266               | 44                          | 102            | s.      |  |
| Fluosilicate »          | $SrSiFl^6, 2aq.$ | 265               | s.                          | ts.            |         |  |
| Iodure »                | $SrI^2, 6aq.$    | 449               | 180                         | 370            | s.      |  |
| Nitrate »               | $Sr(AzO^3)^2$    | 211               | 30                          | 101            | i.      |  |
| Sulfate »               | $SrSO^4$         | 183               | 0,006                       | 0,026          | i.      | i. alcool éthéré.<br>i. $H^2SO^4$ dilué; ps.<br>$HCl$ et $AzO^3H$ dil. |
| Sulfure »               | $SrS$            | 119               | déc.                        |                | s.      |  |
| Oxydule de thallium...  | $Tl^2O$          | 424               | ps.                         |                | s.      |  |
| Oxyde » .....           | $Tl^2O^3$        | 456               | i.                          |                |         |  |
| Protochlorure de thall. | $TlCl$           | 339               | 0,35                        | 1,5            | i.      |  |
| Perchlorure »           | $TlCl^3 + aq.$   | 310               | déc.                        |                |         | déc. 60°.  |
| Iodure »                | $TlI$            | 331               | 0,022                       | 0,12           | 0,002   | i. KI.   |
| Phosphore »             | $Tl^3PO^4$       | 711               | 0,5                         | 0,67           | i.      |  |

|                          |  |     |       |      |                                       |
|--------------------------|--|-----|-------|------|---------------------------------------|
| Sulfate de thallium. . . | $\text{Tl}^2\text{SO}^4$                             | 501 | 4,8   | 19,2 | s. $\text{H}^2\text{SO}^4$ bouillant. |
| Acide titanique.....     | $\text{TiO}^2$                                       | 82  | i.    | i.   | s. alcalis.                           |
| » tungstique.....        | $\text{TuO}^3$                                       | 232 | i.    | i.   |                                       |
| Oxyde d'urané.....       | $\text{U}^2\text{O}^3$                               | 288 | i.    | i.   |                                       |
| Perchlorure d'urane....  | $\text{U}^2\text{Cl}^5$                              | 427 | s.    |      |                                       |
| Oxychlorure » .....      | $\text{UOCl}$ , $\frac{1}{2}\text{aq.}$              | 180 | s.    | ts.  | s. éther.                             |
| Nitrate » .....          | $\text{UAzO}^4$ , $\frac{3}{2}\text{aq.}$            | 252 | 265   | ts.  | s. éther.                             |
| Phosphat. d'ur. analyt.  | $(\text{UO})^2\text{AzH}^4\text{PO}^4$ , $n$ aq.     | 385 | i.    | i.   | i. acétate d'ammon.                   |
| Pyrophosphate d'urane.   | $(\text{UO})^4\text{P}^2\text{O}^4$                  | 720 | i.    | i.   |                                       |
| Sulfate » .....          | $(\text{UO})^2\text{SO}^4$ , $\frac{3}{2}\text{aq.}$ | 420 | 216   | 360  | 4; h. 5.                              |
| Acide vanadique.....     | $\text{V}^2\text{O}^5$                               | 182 | 0,1   | ps.  |                                       |
| Chlorure de vanadium.    | $\text{VCl}^4$                                       | 193 | s.    | i.   | déc.                                  |
| Oxyde de zinc.....       | $\text{ZnO}$   | 81  | i.    | i.   | s. éther.                             |
| Bromure » .....          | $\text{ZnBr}^2$                                      | 225 | 320   | ts.  |                                       |
| Carbonate » .....        | $\text{ZnCO}^3$ , aq.                                | 143 | 0,005 | i.   |                                       |
| » basique..              | $\text{Zn}^5(\text{H}^2\text{O}^2)^3(\text{CO}^3)^2$ | 536 | 0,002 | déc. |                                       |
| Chlorure » .....         | $\text{ZnCl}^2$                                      | 136 | 300   | ts.  | 50 s. glyc.; s. éth.                  |
| Iodure » .....           | $\text{ZnI}^2$                                       | 319 | dél.  | ts.  | 40 s. glycérine.                      |
| Nitrate » .....          | $\text{Zn}(\text{AzO}^3)^2$ , 6aq.                   | 297 | dél.  | ts.  |                                       |
| Sulfate » crist.....     | $\text{ZnSO}^4$ , 7aq.                               | 287 | 43    | 95   | 35 s. glycérine.                      |
| Sulfure » .....          | $\text{ZnS}$   | 97  | i.    | i.   |                                       |
| Brom. de cadm. et d'am.  | $2\text{AzH}^4\text{Br}$ , $\text{CdBr}^2$ , aq.     |     | 130   | ts.  | 0,4 s. éther.                         |
| » » et de sod.           | $2\text{NaBr}$ , $2\text{CdBr}$ , 5aq.               |     | 96    | ts.  | 0,5 s. éther.                         |
| » » et de pot.           | $\text{KBrCdBr}^2$ , aq.                             |     | 114   | ts.  |                                       |
| Iodure de cadm. et d'am. | $2\text{AzH}^4\text{I}$ , $2\text{CdI}^2$ , aq.      |     | 110   | ts.  | 4 s. éther.                           |
| » » et de potass.        | $2\text{AzH}^4\text{I}$ , $\text{CdI}^2$ , 2aq.      |     | 174   | ts.  | 11 s. éther.                          |
| » » et de sod....        | $2\text{KICdI}^2$ , 2aq.                             |     | 137   | ts.  | 4 s. éther.                           |
|                          | $2\text{NaICdI}^2$ , 6aq.                            |     | 160   | ts.  | 10 s. éther.                          |

## CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE.

*Définition de la conductibilité calorifique absolue.* — Soit un mur d'épaisseur  $e$  dont les deux faces sont maintenues à une différence de température  $\theta$ . Il passe pendant chaque seconde à travers une surface  $s$  du mur une quantité de chaleur égale à

$$\frac{Ks\theta}{e}.$$

Le coefficient  $K$  est la *conductibilité calorifique absolue*.

Dans le Tableau suivant,  $K$  est rapporté au centimètre, à la seconde et au degré centigrade.

En d'autres termes,  $K$  est le nombre de petites calories transmises par seconde par  $1\text{cm}^2$  de matière, quand la différence de température entre les deux faces du mur est de  $1^\circ \text{C}$ .

## CONDUCTIBILITÉS CALORIFIQUES ABSOLUES

| CORPS               | TEMPÉ-<br>RATURE | K      | AUTEURS          |
|---------------------|------------------|--------|------------------|
| Aluminium.....      | 0°               | 0,3435 | Lorentz.         |
| » .....             | 100              | 0,3619 | »                |
| Cadmium.....        | 0                | 0,220  | »                |
| » .....             | 100              | 0,204  | »                |
| Fer.....            | 70               | 0,158  | Berget.          |
| » .....             | 0                | 0,166  | Lorentz.         |
| Fer forgé.....      | 0                | 0,207  | Forbes.          |
| » .....             | 50               | 0,177  | »                |
| » .....             | 100              | 0,156  | »                |
| » .....             | 150              | 0,144  | »                |
| » .....             | 250              | 0,135  | »                |
| » .....             | 275              | 0,124  | »                |
| Cuivre rouge.....   |                  | 0,124  | Berget.          |
| » .....             | 0                | 1,040  | H.-F. Weber.     |
| Cuivre phosphoré... | 0                | 0,819  | Lorentz.         |
| Argent.....         | 0                | 0,719  | H.-F. Weber.     |
| Argentan.....       | 0                | 1,09   | Neumann.         |
| Glace.....          |                  | 0,109  | Neumann.         |
| Neige.....          |                  | 0,005  | De la Rive.      |
| Terre.....          | 15               | 0,0013 | Meyer.           |
| Marbre .....        |                  | 0,0017 | Forbes.          |
| Feldspath.....      |                  | 0,0017 | Ayrton et Perry. |
| Eau.....            | 0                | 0,0058 | H.-F. Weber.     |
| Éther.....          | 5,4              | 0,0012 | »                |
|                     |                  | 0,0004 |                  |

# ELASTICITÉ DES SOLIDES,

PAR M. A. CORNU.

**Allongement longitudinal.** — On nomme communément *coefficient d'élasticité*  $K$  le poids, exprimé en kilogrammes, qui *doublerait* la longueur d'une tige prismatique ayant un millimètre carré de section, si la proportionnalité de l'allongement à la tension, exacte seulement pour les tensions faibles, se prolongeait indéfiniment.

La connaissance de  $K$  permet de calculer l'allongement  $l$  d'une tige de longueur  $L$ , de section  $S$  (en millimètres) tendue par un poids  $p$  (en kilogrammes) par la formule

$$l = \frac{Lp}{KS}.$$

Lorsqu'on dépasse une certaine charge par unité de section, la tige subit un *allongement permanent* et ne revient plus à sa longueur primitive : le coefficient d'élasticité est alors plus ou moins modifié. Une tension trop grande amène la rupture ; mais la grandeur de la charge de rupture dépend beaucoup de la manière dont cette charge est appliquée.

**Contraction transversale.** — La tension qui augmente la longueur d'une tige en diminue simultanément les dimensions transversales. Le rapport  $\sigma$  de la contraction transversale à l'allongement longitudinal varie suivant la structure et le degré d'écroutissage : pour les métaux recuits et le verre,  $\sigma$  s'abaisse à 0,25. Cela signifie que, si l'on isolait dans la tige un cube dont quatre arêtes fussent parallèles à la longueur, la contraction des arêtes transversales serait le quart de l'allongement des arêtes longitudinales. Ce rapport  $\sigma$  augmente avec la trempe et l'écroutissage ; il est le plus souvent de 0,30, mais il peut atteindre 0,40.



## ÉLASTICITÉ DES SOLIDES.

Valeurs du coefficient d'élasticité K entrant  
dans la formule

$$l = \frac{LP}{KS}. \text{ (Voir p. 436.)}$$

| CORPS   | ÉCROUI | RECUT | MODE<br>de<br>mesure | AUTEURS |
|---|--------|-------|----------------------|---------|
| Acier.....                                      | 19549  | 19561 | traction             | (1)     |
| Acier anglais.....                              | 18809  | 17278 | <i>Id.</i>           | (1)     |
| Acier { très doux.....                          | 20705  | 7146  | vibrations           | (2)     |
| du { mi-doux.....                               | 20911  |       | transv. d'un         | (2)     |
| Creusot { dur.....                              | 20599  |       | disque               | (2)     |
| Argent.....                                     | 7358   | 7146  | traction             | (1)     |
| Bronze { ordinaire....                          | 7589   |       |                      | (3)     |
| 90 cuivre { phosphoreux..                       | 8250   |       | traction             | (3)     |
| 10 étain { Laveissière...                       | 9061   |       |                      | (3)     |
| Cadmium.....                                    | 6090   | 4241  | vib. long.           | (1)     |
| Cuivre.....                                     | 12449  | 10519 | traction             | (1)     |
| Étain.....                                      | 4585   | 4418  | vib. long.           | (1)     |
| Fer du Berry.....                               | 20972  | 20794 | traction             | (1)     |
| Laiton { 32 zinc.....                           | 9395   | 9277  | <i>Id.</i>           | (1)     |
| { 68 cuivre.....                                |        |       |                      |         |
| Maillechort { 18 zinc....                       |        |       |                      |         |
| { 60 cuivre..                                   | 10788  |       | <i>Id.</i>           | (1)     |
| { 22 nickel..                                   |        |       |                      |         |
| Or.....   | 8132   | 5585  | <i>Id.</i>           | (1)     |
| Palladium.....                                  | 11759  | 9789  | <i>Id.</i>           | (1)     |
| Platine.....                                    | 17044  | 15518 | <i>Id.</i>           | (1)     |
| Platine iridié (10 iridium,<br>90 platine)..... |        | 21426 | flexion              | (3)     |
| Plomb.....                                      | 1803   | 1728  | traction             | (1)     |
| Verre à glaces.....                             |        | 6722  | <i>Id.</i>           | (1)     |
| Zinc.....                                       | 8735   | 9292  | vib. long.           | (1)     |

(1) Wertheim. (2) Mercadier. (3) Tresca.

## COMPRESSIBILITÉ DES LIQUIDES.

---

*Définition du coefficient de compressibilité.* — La pression exercée sur une masse de liquide augmentant de  $p_1$  à  $p_2$ , le volume du liquide diminue de  $v_1$  à  $v_2$ , la température étant maintenue constante et égale à  $t^\circ$  C. On appelle *compressibilité moyenne du liquide* entre les limites de pression  $p_1$  et  $p_2$  la quantité

$$\beta_t = \frac{1}{v_1} \frac{v_1 - v_2}{p_2 - p_1}.$$

Cette compressibilité moyenne est celle qui est donnée par l'expérience.

Elle varie avec la nature du liquide et avec la température de l'expérience.

Le coefficient de compressibilité vraie s'obtient en rendant l'intervalle  $p_2 - p_1$  infiniment petit; il est égal à

$$\frac{1}{v} \frac{\partial v}{\partial p}.$$

Comme toutes les propriétés physiques des liquides, leur compressibilité a une valeur parfaitement déterminée. On trouve cependant quelques divergences entre les résultats obtenus par divers auteurs; ces divergences tiennent à ce qu'il faut tenir compte, dans les expériences de mesures, du changement de volume du vase qui contient le liquide, d'où une correction un peu incertaine.

## COMPRESSIBILITÉ DES LIQUIDES

| CORPS     | TEMPÉ-<br>RATURE | LIMITES<br>des<br>pressions<br>en atmosphères |         | $\beta_t \times 10^6$ | AUTEURS            |
|-----------|------------------|---|---------|-----------------------|--------------------|
|           |                  | atm   | atm     |                       |                    |
| Eau.....  | 0                | 1   | à 24    | 49,65                 | Colladon et Sturm. |
| » .....   | 0                | 1   | à 24    | 49,5                  | Id.                |
| » .....   | 0                | 1   | à 24    | 48,65                 | Id.                |
| » .....   | 0                |   |         | 51,2                  | Schneider.         |
| » .....   | 15,9             |   |         | 45,89                 | Schumann.          |
| » .....   | 9                |   |         | 47,74                 | Dupré et Page.     |
| » .....   | 17,6             | 1   | à 262   | 42,9                  | Amagat.            |
| Mercure.  | 0                | 1   | à 30    | 3,38                  | Colladon et Sturm. |
| » ..      | 0                |   |         | 3,98                  | Amagat.            |
| Éther...  | 0                | 3   | à 12    | 131,6                 | Colladon et Sturm. |
| » ...     | 0                | 18  | à 24    | 120                   | Id.                |
| » ...     | 25,4             | 8,57  | à 34,22 | 190                   | Amagat.            |
| Alcool .. | 10               | 1   | a 2     | 94,5                  | Colladon et Sturm. |
| » ..      | 14               | 8   | à 39    | 101                   | Amagat.            |
| Sulfure   | 0                | 8   | à 35    | 78                    | Id.                |
| de        | 15,6             |   | »       | 87                    | Id.                |
| carbone.  | 100              |   |         | 174                   | Id.                |

## CAPILLARITÉ ;

PAR M. G. LIPPMANN.

---

Le Tableau ci-joint donne les valeurs de la constante capillaire A de divers liquides, exprimées en milligrammes par millimètre.

Cette constante A a plusieurs significations :

1° Une surface liquide peut être assimilée à une membrane parfaitement élastique douée d'une certaine tension, dite *tension superficielle*. A est cette tension superficielle.

2° Laplace a montré que l'on a

$$p = A \left( \frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right);$$

$p$  est la différence de pression hydrostatique qui a lieu, en vertu des actions capillaires, de part et d'autre d'une surface liquide dont les rayons de courbure principaux sont R et R'. La pression  $p$  est exprimée en millimètres d'eau.

3° Jurin a montré que la hauteur d'ascension ou de dépression d'un liquide dans un tube de rayon  $\rho$  est

$$h = \frac{2A}{\rho}.$$

$h$  est la hauteur réduite en colonne d'eau. La loi de Jurin est un corollaire de la formule de

Laplace : on l'obtient en faisant  $R = R' = \rho$  ; ce qui implique que le ménisque formé est hémisphérique et tangent aux parois du tube.

4° Gauss a démontré que le travail qu'il faut dépenser pour déformer une surface liquide a pour valeur

$$\mathcal{G} = A. \Delta s,$$

$\Delta s$  étant l'accroissement de l'aire de la surface liquide. L'unité de travail serait ici le milligramme-millimètre.

Pour passer aux unités C.G.S., il suffit de multiplier les valeurs de  $A$  données dans le Tableau ci-joint par le facteur 9,809.

*Exemples d'application.* — 1° Calculer la dépression du mercure dans un tube de 0<sup>mm</sup>, 1 de rayon.

$h$  étant cette dépression, on la réduit en colonne d'eau en la multipliant par 13,6, densité du mercure. On a donc

$$h = \frac{2 \times 45,97}{0,1 \times 13,6} = 67^{\text{mm}}, 6.$$

2° Calculer le travail qu'il faut dépenser pour accroître une surface d'eau à 0° de 1 mètre carré.

On a

$$\Delta s = 10^6;$$

d'où

$$\mathcal{G} = 7,923.10^6,$$

milligramme-millimètre = 0,0079 kilogrammètre.

# **TABLEAU DES CONSTANTES** **capillaires**

| CORPS          | TEMPÉRA-<br>TURE | CONSTANTES<br>en<br>milligrammes<br>par<br>millimètre | AUTEURS                          |
|----------------|------------------|---|----------------------------------|
| Eau.....       | 0                | 7,923   | Frankenheim,<br>Eötvös,<br>Wolf. |
| » .....        | 5                | 7,837   |                                  |
| » .....        | 10               | 7,750   |                                  |
| » .....        | 50               | 7,026   |                                  |
| » .....        | 100              | 6,042   |                                  |
| Éther.....     | 0                | 1,971   | Brunner, Wolf,<br>Timberg.       |
| » .....        | 10               | 1,854   |                                  |
| » .....        | 35               | 1,562   |                                  |
| Alcool .....   | 0                | 2,585   | Id.                              |
| » .....        | 10               | 2,497   |                                  |
| » .....        | 50               | 2,145   |                                  |
| Benzine.....   | 15               | 2,760   | Bede.                            |
| Pétrole.....   | 18               | 2,444   | Magie.                           |
| Mercure.....   |                  | 44,07   | Laplace.                         |
| » .....        |                  | 45,97   | Desains.                         |
| Térébenthine.. | 21,7             | 2,765   | Quincke.                         |

**CONSTANTES CAPILLAIRES**  
des corps fondus. (D'après Quincke.)

| CORPS                           | POINT<br>de fusion | DENSITÉ<br>à la<br>température<br>de fusion | CONSTANTES<br>capillaires |
|---------------------------------|--------------------|---|---------------------------|
| Platine .....                   | 2000°              | 18,915                                      | 1658                      |
| Or .....                        | 1200               | 17,099                                      | 983                       |
| Zinc (dans CO <sup>2</sup> ) .. | 360                | 6,900                                       | 860                       |
| Étain.....                      | 230                | 7,144                                       | 587                       |
| Plomb (dans CO <sup>2</sup> ).  | 330                | 10,952                                      | 417                       |
| Argent.....                     | 1000               | 10,002                                      | 419                       |
| Sodium (dans CO <sup>2</sup> )  | 90                 | 0,972                                       | 252                       |
| Borax.....                      | 1000               | 2,5   | 211                       |
| Verre.....                      | 1100               | 2,38  | 177                       |
| Nitre.....                      | 339                | 2,04  | 97,65                     |
| Soufre.....                     | 111                | 1,966                                       | 41,27                     |
| Phosphore.....                  | 43                 | 1,833                                       | 41,11                     |
| Cire.....                       | 68                 | 0,963                                       | 33,33                     |

## FROTTEMENT DES SOLIDES.

On appelle *coefficient de frottement* la fraction  $\mu$  de la pression normale qu'il faut appliquer tangentiellement pour vaincre le frottement.

Le Tableau ci-dessous contient une partie des coefficients déterminés par le général Morin.

### Coefficients de frottement

| SURFACES            | ÉTAT<br>des<br>surfaces | COEFFICIENT  |                            |
|---------------------|-------------------------|--------------|----------------------------|
|                     |                         | au<br>départ | pendant<br>le<br>mouvement |
| Fonte sur fonte.... | grasses                 | 0,16         | 0,15                       |
| » .....             | mouillées               |              | 0,31                       |
| Fer sur fer.....    | sèches                  | 0,19         | 0,18                       |
| Bronze sur fer..... | grasses                 |              | 0,16                       |
| Fer sur chêne.....  | mouillées               | 0,65         | 0,26                       |
| Cuir sur fonte..... | sèches                  | 0,47         | 0,27                       |
| Cuir sur métal..... | grasses                 | 0,12         | "                          |



# VISCOSITÉ DES FLUIDES;

PAR M. G. LIPPMANN.

Poiseuille a étudié la viscosité ou frottement intérieur des liquides, en mesurant leur vitesse d'écoulement à travers un tube capillaire. Les lois de l'écoulement sont résumées dans la formule suivante :

$$Q = K \frac{HD^4}{l}.$$

$Q$  est le volume écoulé par seconde,  $H$  la pression qui produit l'écoulement,  $D$  le diamètre du tube et  $l$  sa longueur.

Pour l'eau, la moyenne de toutes les expériences a donné  $K = 2495 \text{ mm}^3$ , 22 quand  $H$  est exprimé en millimètres de mercure et à la température de  $10^\circ$ .

Le coefficient  $K$  est constant pour une même substance prise à la même température, mais il varie avec la température. Pour l'eau, Poiseuille a trouvé que le coefficient  $K$  avait pour expression générale  $K = 1836,724 (1 + 0,0336793 t + 0,0002209936 t^2)$ .

Les lois de Poiseuille s'appliquent au cas de tubes assez longs et assez fins pour que la vitesse linéaire du fluide soit faible, et l'effet de la force vive négligeable. Dans le cas contraire, celui de l'écoulement en mince paroi, le frottement serait minimum, la vitesse maxima, et le débit serait proportionnel non à  $H$ , mais à  $\sqrt{H}$ , comme l'a montré Torricelli.

On peut écrire la formule de Poiseuille

$$v = \frac{1}{\tau_1} \frac{\pi h r^4}{8 l},$$

en exprimant le volume  $v$  écoulé par seconde en centimètres cubes,  $r$  le rayon du tube en centimètres,  $h$  la pression par unité de surface en dynes. Le coefficient  $\tau_1$  s'appelle dans ce cas *le coefficient de viscosité ou de frottement intérieur*. Les nombres donnés ci-après sont ainsi exprimés en unités C.G.S.

# **VISCOSITÉS DE L'EAU ET DE L'ALCOOL** à diverses températures.

| Température | EAU      |      | ALCOOL   |      |
|-------------|----------|------|----------|------|
|             | $\tau_1$ | $z$  | $\tau_1$ | $z$  |
| 0           | 0,018086 | 1    | 0,01846  | 1,01 |
| 5           | 0,015301 | 0,84 | 0,01637  | 0,91 |
| 10          | 0,013257 | 0,73 | 0,01493  | 0,82 |
| 15          | 0,011503 | 0,63 | 0,01345  | 0,75 |
| 20          | 0,010164 | 0,56 | 0,01252  | 0,68 |
| 30          | 0,008121 | 0,44 | 0,01027  | 0,56 |
| 40          | 0,006638 | 0,36 | 0,00856  | 0,47 |
| 50          | 0,005697 | 0,31 | 0,00718  | 0,39 |
| 60          | 0,004865 | 0,26 | 0,00616  | 0,33 |

*Note.* —  $z$  désigne la viscosité spécifique obtenue en prenant la viscosité de l'eau à 0° pour unité.

## **VISCOSITÉ DES LIQUIDES.**

La viscosité de l'eau à 0° étant prise pour unité.

| CORPS  | VISCOSITÉ RELATIVE |       |
|--|--------------------|-------|
|  | à 15°              | à 20° |
| Acétone.....                                   | 0,23               | 0,22  |
| Alcool allylique.....                          | 1,04               | 0,92  |
| Alcool amylique de ferment <sup>on</sup> ..... | 3,09               | 2,64  |
| Alcool butylique.....                          | 0,42               | 0,39  |
| Alcool isobutylique.....                       | 2,75               | 2,33  |
| Alcool méthylique.....                         | 0,37               | 0,35  |
| Benzine.....                                   | 0,39               | 0,36  |
| Nitrobenzine.....                              | 1,24               | 1,14  |

# **VISCOSITÉ DES DISSOLUTIONS DE SUCRE.**

La viscosité de l'eau à 20° est prise pour unité (Burckart).

| TENEUR<br>en sucre<br>pour 100 | VISCO-<br>SITÉ<br>à 20° C | TENEUR<br>en sucre<br>pour 100 | VISCO-<br>SITÉ<br>à 20° C | TENEUR<br>en sucre<br>pour 100 | VISCO-<br>SITÉ<br>à 20° C |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 1                              | 1,0245                    | 6                              | 1,1840                    | 11                             | 1,3681                    |
| 2                              | 1,0521                    | 7                              | 1,2208                    | 15                             | 1,5644                    |
| 3                              | 1,0797                    | 8                              | 1,2576                    | 20                             | 1,8895                    |
| 4                              | 1,1104                    | 9                              | 1,2944                    | 25                             | 2,3497                    |
| 5                              | 1,1478                    | 10                             | 1,3312                    | 30                             | 3,0674                    |

## **Viscosité des solutions aqueuses** en fonction de la concentration (ARRHENIUS).

| CORPS              | A     | CORPS                | A      |
|--------------------|-------|----------------------|--------|
| Acétone.....       | 1,019 | Acide nitrique.....  | 1,0044 |
| Ether.....         | 1,026 | Acide chlorhydrique. | 1,0069 |
| Alcool.....        | 1,030 | Chlorure de sodium.  | 1,0098 |
| Glycérine.....     | 1,023 | Sulfate de cuivre... | 1,3517 |
| Sucre.....         | 1,046 | Nitrate de cuivre... | 1,1725 |
| Acide sulfurique.. | 1,088 | Nitrate de zinc..... | 1,1666 |

*Note.* — Si l'on appelle  $z$  la viscosité de la solution rapportée à celle de l'eau prise pour unité,  $x$  le nombre d'équivalents-grammes par litre et  $A$  une constante, on a, d'après Arrhenius,

$$z = A^x.$$

Le Tableau ci-dessus donne la valeur de  $A$  à la température de 25° C.

# **VISCOSITÉ DES GAZ**

**à diverses températures.**

Diviser les nombres de ce Tableau par  $10^7$  pour avoir la viscosité absolue.

| TEMPÉRATURE | OXYGÈNE | AZOTE | OXYDE<br>de carbone | ACIDE<br>carbonique | PROTOXYDE<br>d'azote | ÉTHYLÈNE |
|-------------|---------|-------|---------------------|---------------------|----------------------|----------|
| 0           | 1873    | 1647  | 1628                | 1431                | 1381                 | 944      |
| 10          | 1928    | 1691  | 1669                | 1474                | 1426                 | 974      |
| 20          | 1982    | 1735  | 1710                | 1517                | 1468                 | 1002     |
| 100         | 2404    | 2075  | 2022                | 1841                | 1772                 | 1220     |
| 110         | 2455    | 2116  | 2060                | 1881                | 1809                 | 1247     |
| 180         | 2809    | 2396  | 2315                | 2154                | 2067                 | 1432     |

| TEMPÉ-<br>RATURE | AIR  | HYDRO-<br>GENE | TEMPÉ-<br>RATURE | AIR  | HYDRO-<br>GENE |
|------------------|------|----------------|------------------|------|----------------|
| 0                | 1714 | 864            | 400              | 3146 | 1692           |
| 10               | 1760 | 886            | 450              | 3297 | 1725           |
| 20               | 1806 | 908            | 500              | 3428 | 1756           |
| 100              | 2113 | 1075           | 600              | 3592 | 1829           |
| 110              | 2150 | 1095           | 700              | 3930 | 1921           |
| 180              | 2406 | 1232           | 800              | 4192 | 2058           |
| 190              | 2441 | 1457           | 900              | 4454 | 2248           |
| 200              | 2476 | 1482           | 1000             | 4727 | 2492           |
| 300              | 2820 | 1616           | 1100             | 5104 | 2752           |
| 310              | 2853 | 1624           | 1200             | 5481 | 3019           |

## ACOUSTIQUE.

**Vitesse du son.** — La vitesse du son dans l'air atmosphérique a été déterminée en 1822, par ordre du Bureau des Longitudes, entre Villejuif et Montlhéry. On a trouvé pour cette vitesse une valeur de  $337^{\text{m}},2$  par seconde, à la température de  $+10^{\circ}$ . Cette vitesse augmente de  $0^{\text{m}},626$  pour chaque degré d'accroissement de la température; à zéro, elle est donc égale à  $330^{\text{m}},9$ . Regnault, en 1868, a trouvé  $330^{\text{m}},7$ .

MM. Violle et Vautier (Grenoble, 1885; propagation dans des tuyaux de  $0^{\text{m}},70$ ) ont obtenu  $331^{\text{m}},1$ , chiffre presque identique à celui de 1822.

D'après Sturm et Colladon, la vitesse du son dans l'eau, à  $+8^{\circ},1$ , est de 1435 mètres par seconde.

Dans la fonte, la vitesse du son est égale à  $10\frac{1}{4}$  fois la vitesse dans l'air.

**Longueur d'onde sonore.** — C'est la longueur parcourue par une onde sonore plane provenant d'une source vibrant pendulairement (loi sinusoïdale) pendant la durée d'une période vibratoire (vibration double) : la longueur d'onde  $\lambda$  d'un son, dans un milieu donné, est évidemment le produit de la période  $T$  par la vitesse  $a$  de propagation de l'onde dans ce milieu,  $\lambda = aT$ .

*Exemple.* — Calculer la longueur d'onde dans l'air d'un son faisant 870 vibrations simples par seconde. Multiplions la vitesse du son dans l'air ou  $330^{\text{m}},9$  par la période, ou  $\frac{1}{870}$ ; on trouve

$$\lambda = 0^{\text{m}},7607.$$

On voit que, si la longueur d'onde d'un son est connue, on peut en déduire soit la période, si l'on connaît la vitesse de propagation, soit la vitesse de propagation, si l'on connaît la période. Or les tuyaux sonores ou les tiges vibrant longitudinalement donnent une mesure très approchée de la longueur d'onde du son qu'ils rendent, car la distance entre un ventre et un nœud consécutifs repré-

sente  $\frac{1}{4}$  de la longueur d'onde. Comme application du premier cas, on trouvera aisément qu'un tuyau fermé dit de 16 *pièds* rend un son grave de 32 vibrations simples par seconde. Comme exemple du second cas, on verra qu'une tige de verre de 1 mètre de long, tenue en son milieu et rendant la quinte de l'octave aiguë du diapason normal, permet de conclure que la vitesse du son dans le verre est de 2610<sup>m</sup>.

En Optique, la considération des longueurs d'onde est capitale : c'est elle qui permet de calculer la période des vibrations lumineuses, inaccessible aux mesures directes.

**Diapason normal.** — Le nombre de vibrations simples (demi-périodes) par seconde fixé par la Commission française de 1858-1859 et adopté en 1885 par le Congrès de Vienne pour le *la*<sub>2</sub> (deuxième corde du violon) est de 870. On en déduit le nombre de vibrations simples par seconde des cordes des trois instruments à archet employés dans le quatuor :

|                  | <i>Ut</i> <sub>1</sub> . | <i>Sol</i> <sub>1</sub> . | <i>Ré</i> <sub>1</sub> . | <i>La</i> <sub>1</sub> . |                          |
|------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Basse. . . . .   | 128,89                   | 193,33                    | 290                      | 435                      | »                        |
|                  | <i>Ut</i> <sub>2</sub> . | <i>Sol</i> <sub>2</sub> . | <i>Ré</i> <sub>2</sub> . | <i>La</i> <sub>2</sub> . |                          |
| Alto . . . . .   | 257,78                   | 386,67                    | 580                      | 870                      | »                        |
|                  |                          | <i>Sol</i> <sub>3</sub> . | <i>Ré</i> <sub>3</sub> . | <i>La</i> <sub>3</sub> . | <i>Mi</i> <sub>4</sub> . |
| Violon . . . . . | »                        | 386,6                     | 580                      | 870                      | 1305                     |

Les physiciens adoptent généralement un diapason un peu plus grave (86 $\frac{1}{4}$  vibrations) qui a l'avantage de donner à la série *ut*<sub>1</sub>, *ut*<sub>2</sub>, *ut*<sub>3</sub>, *ut*<sub>4</sub>, . . . des nombres de vibrations 128, 256, 512, 1024, . . . appartenant à la série des puissances de 2.

On remarquera que ces calculs sont indépendants de toute théorie musicale : ils traduisent l'accord par quinte juste des instruments à archet et n'emploient que les facteurs 2 et 3, qui représentent les rapports incontestés des nombres de vibrations de deux sons accordés à la quinte ou à l'octave.

## OPTIQUE.

**Vitesse de la lumière** (mesurée directement, sans l'intervention des phénomènes astronomiques).

La valeur de cette vitesse est très sensiblement égale à 300 000 kilomètres par seconde.

Voici les déterminations successivement obtenues par deux méthodes :

|                        |             |   |
|------------------------|-------------|---|
| Fizeau (1849).....     | 315 000 (*) | Roue dentée.                                      |
| L. Foucault (1862).... | 298 000     | Miroir tournant.                                  |
| Cornu (1874).....      | 300 400     | { Roue dentée,<br>grande dist <sup>ce</sup> .     |
| M. Michelson (1879)..  | 299 910     | { Miroir tournant,<br>grande dist <sup>ce</sup> . |
| S. Newcomb (1882) .    | 299 860 (1) | { Miroir tournant,<br>grande dist <sup>ce</sup> . |
| Perrotin (1904).....   | 299 880     |   |

Ces vitesses, exprimées en kilomètres par seconde, se rapportent au vide.

**Parallaxe du Soleil.** — En combinant leurs résultats avec la valeur de l'*aberration*, fixée à  $20'',445$  par W. Struve, L. Foucault a trouvé  $8'',86$  et A. Cornu  $8'',798$  pour la parallaxe du Soleil.

En 1896, la Conférence internationale des étoiles fondamentales a adopté  $8'',80$  pour la parallaxe solaire, et  $20'',47$  pour la valeur de l'*aberration*.

**Équation de la lumière.** — C'est le temps que la lumière met, en moyenne, à aller du Soleil à la Terre. Delambre, par la discussion d'éclipses des satellites de Jupiter, avait obtenu  $7^m 53^s,2$ , valeur un peu faible. En divisant le rayon moyen de l'orbite terrestre (p. 103) par la vitesse de la lumière ( $300\,000\text{ km}$  par seconde), on trouve  $8^m 18^s,3$ . En employant la vitesse de la lumière d'après

(\*) Détermination approximative pour l'essai de la méthode.

(1) Dans l'air, la vitesse correspondante est de  $299\,778\text{ km}$ .

M. Newcomb, on trouve  $8^m 18^s, 6$ . Enfin, en combinant la valeur  $20'', 47$  de l'aberration avec le moyen mouvement diurne du Soleil, on trouve  $8^m 18^s, 4$ .

**Vitesse de la lumière dans les corps transparents.** — On la déduit du nombre ci-dessus (qui représente la vitesse de la lumière dans le vide) en divisant ce nombre par l'indice de réfraction de la substance : elle varie alors avec la couleur lorsque la dispersion est appréciable.

Dans l'eau, dont l'indice de réfraction moyen est sensiblement  $\frac{4}{3}$ , la vitesse moyenne de la lumière est  $\frac{3}{4} \times 300\,000 = 225\,000^{\text{km}}$  à la seconde.

**Photométrie.** — Les qualités d'une source lumineuse de couleur déterminée peuvent s'évaluer à deux points de vue ; on distingue, en effet :

1° Le *pouvoir éclairant*, qui représente la quantité de lumière émise par la source et reçue normalement à l'unité de distance sur l'unité de surface ; on sait que la quantité de lumière reçue normalement par unité de surface varie en raison inverse du carré de la distance : elle mesure l'*éclairage* de cette surface ;

2° Le *pouvoir émissif spécifique ou éclat intrinsèque*, qui est le quotient du pouvoir éclairant par l'aire apparente de la source. L'éclat intrinsèque d'une portion d'aire uniformément lumineuse, rapporté à l'angle solide sous lequel on la voit, est indépendant de l'obliquité et de la distance.

La distinction de ces deux qualités d'une source se présente dans l'examen d'une flamme plate (bec papillon, lampe à pétrole à mèche plate, etc.).

Le pouvoir éclairant d'une telle flamme est sensiblement le même dans toutes les directions, tandis que l'éclat intrinsèque moyen est beaucoup plus grand (quatre ou cinq fois et davantage) de tranche que de face.

La mesure de ces deux qualités de la flamme se



ramène à la comparaison de l'éclairement d'une surface blanche par la source donnée avec l'éclairement d'une portion contiguë de la même surface par une source de même couleur servant d'étalon. On place les deux sources à des distances relatives telles que les deux éclairéments paraissent égaux. Le rapport inverse du carré des distances donne le rapport des pouvoirs éclairants. La précision de la mesure est le plus souvent gênée par la différence de coloration et la variation des pouvoirs éclairants.

La difficulté de réaliser des flammes de pouvoir éclairant constant a fait abandonner les anciens étalons de lumière, constitués en France par la *bougie stéarique*, en Angleterre par la *candle* de spermaceti. On continue cependant à utiliser la *lampe Carcel* (type Dumas et Regnault, brûlant 42<sup>gr</sup> d'huile de colza épurée à l'heure) qui compte pour 10 bougies. En Allemagne, la lampe Hefner, à l'acétate d'amyle, est devenue l'étalon légal et remplace la *Kerze*, c'est-à-dire la bougie.

Mais la température de combustion et la composition de l'air atmosphérique influent notablement sur le pouvoir éclairant de ces unités. Ces flammes sont d'ailleurs d'une couleur jaune qui se prête mal à la mesure des foyers électriques très brillants.

L'unité lumineuse employée par le *Laboratoire central d'électricité* français est la bougie décimale, vingtième de l'étalon défini par la *Conférence internationale des Unités*; elle vaut 0,104 de la lampe Carcel.

L'unité lumineuse de la *physikalisch technische Reichsanstalt* est la lampe Hefner brûlant dans une atmosphère à la pression barométrique normale (0<sup>m</sup>,76) et contenant 8<sup>l</sup> de vapeur d'eau par mètre cube.

L'unité lumineuse du *National Physical Laboratory* anglais est la lampe de 10 candles au pentane

de Vermont-Harcourt, brûlant dans une atmosphère à la pression barométrique normale et contenant 8<sup>l</sup> de vapeur d'eau par mètre cube.

La comparaison de ces unités montre que, aux erreurs d'observation près, l'unité anglaise au pentane a la même valeur que la bougie décimale; elle est de 1,6 pour 100 moindre que l'étalon des États-Unis et de 11 pour 100 plus grande que l'unité Hefner.

Le Bureau of Standards de Washington a proposé l'unification de ces diverses unités; la date fixée pour ce changement est le 1<sup>er</sup> juillet 1909. A partir de cette date, dans les limites de précision nécessaires aux besoins de la pratique, on pourra employer les rapports suivants :

Une bougie décimale, une bougie américaine, une bougie anglaise et l'unité Hefner seront considérées comme égales à 0,9 de la valeur commune.

Sous le rapport de la constance de l'éclat intrinsèque et de la blancheur de la lumière émise, l'étalon Violle (platine incandescent) constitue un très grand progrès. On l'a proposé aux Commissions des Unités internationales comme fournissant l'unité de lumière.

**Unité de lumière.** — C'est la quantité de lumière émise en direction normale par un centimètre carré de surface de platine fondu à la température de solidification (Rapport à la Commission précitée, p. 605).

Pour évaluer l'intensité d'une source en *bougies*, on prend comme unité pratique, sous le nom de *bougie décimale*, la vingtième partie de cet étalon de lumière.

Le pouvoir éclairant de cet étalon est à peu près double de celui de la lampe Carcel qui vaut ainsi environ 10 bougies décimales; mais son éclat intrinsèque est onze fois plus grand.

**Définition des radiations spectrales par leur longueur d'onde.** — Le spectre d'une source lumineuse, obtenu par réfraction à travers un prisme, ne se compose pas seulement de radiations visibles; le thermomètre décèle des radiations calorifiques bien en deçà du rouge et la plaque photographique des radiations actives bien au delà du violet. C'est par leur réfrangibilité qu'on a d'abord défini les diverses lumières; mais ce mode de mesure les rapporte à une échelle arbitraire, variable avec la réfringence du prisme employé. On les définit actuellement par leur *longueur d'onde*, élément caractéristique dépendant seulement de l'unité de longueur.

On sait que chaque radiation émise par une source lumineuse peut être assimilée à une ondulation analogue à l'onde sonore émise par un instrument de musique; la réfrangibilité correspond à la hauteur du son, c'est-à-dire à la durée de la période d'oscillation caractéristique du son musical transmis.

La *longueur d'onde* est l'espace parcouru par l'onde pendant la durée d'une période vibratoire. Bien que les longueurs d'onde des radiations soient d'une extrême petitesse, on parvient, grâce à l'emploi de réseaux de *diffraction* <sup>(1)</sup>, à les déterminer avec une extrême précision.

Les Tableaux suivants donnent en millièmes de millimètre les longueurs de certaines radiations simples correspondant soit aux limites des couleurs visibles, soit aux raies sombres visibles, infra-rouges ou ultra-violettes du spectre solaire, soit enfin à quelques raies brillantes de sources artificielles.

---

(1) Surfaces planes ou sphériques, striées régulièrement de traits parallèles distants de quelques millièmes de millimètre.

# **LIMITES DES COULEURS DANS LE SPECTRE,** (exprimées en millièmes de millimètre)

| Couleur.                            | Longueur d'onde. |
|-------------------------------------|------------------|
| Rouge extrême.....                  | 795 environ      |
| Limite du rouge et de l'orangé..... | 647 "            |
| " de l'orangé et du jaune.....      | 595 "            |
| " du jaune et du vert.....          | 575 "            |
| " du vert et du bleu.....           | 492 "            |
| " du bleu et de l'indigo.....       | 455 "            |
| " de l'indigo et du violet.....     | 424 "            |
| Violet extrême.....                 | 393 "            |

Certaines personnes perçoivent des colorations particulières, les unes au delà du rouge extrême à l'aide de précautions spéciales, et d'autres voient parfois, très loin au delà du violet, des colorations *lavande* qui correspondent aux raies que la photographie enregistre.

# **LONGUEURS D'ONDE DE LA LUMIÈRE** exprimées en unités d'Angstrom (dix-millionièmes de millimètre).

Valeurs obtenues interférentiellement par MM. H. Buisson et Ch. Fabry, comparées au mètre-étalon à  $t = 15^{\circ}$  et  $H = 76^{\text{mm}}$  et rapportées à la valeur de la raie rouge du cadmium (6438, 4695), déterminée par MM. Benoit, Fabry et Perot.

*Raies du fer dans l'arc électrique,  
 avec quelques raies du nickel, du manganèse  
 et du silicium.*

|             |             |          |             |
|-------------|-------------|----------|-------------|
| 6494,994    | 5405,780    | 4531,155 | 3445,155    |
| 6430,859    | 5371,198    | 4494,572 | 3399,337    |
| 6393,612    | 5324,196    | 4466,554 | 337,789     |
| 6335,343    | 5302,316    | 4427,314 | 3323,739    |
| 6318,029    | 5266,568    | 4375,935 | 3271,003    |
| 6265,147    | 5232,958    | 4352,741 | 3225,790    |
| 6230,732    | 5192,362    | 4315,089 | 3175,447    |
| 6191,569    | 5167,492    | 4282,407 | 3125,661    |
| 6137,700    | 5127,364    | 4233,615 | 3075,725    |
| 6065,493    | 5110,415    | 4191,441 | 3030,152    |
| 6027,059    | 5083,343    | 4147,677 | 2987,293    |
| 6053,039    | 5049,827    | 4134,685 | 2941,347    |
| 5952,739    | 5012,072    | 4118,552 | 2912,157    |
| 5934,683    | 5001,880    | 4076,641 | 2874,176    |
| Ni 5892,882 | 4966,104    | 4021,872 | 2851,800    |
| Ni 5857,760 | 4919,006    | 3977,745 | 2813,290    |
| Ni 5805,211 | 4903,324    | 3935,818 | 2778,225    |
| 5763,013    | 4878,226    | 3906,481 | 2739,550    |
| Ni 5760,843 | 4859,756    | 3865,526 | 2714,419    |
| 5709,396    | Mn 4823,521 | 3843,261 | 2679,065    |
| 5658,835    | 4789,657    | 3805,346 | 2628,296    |
| 5615,658    | Mn 4754,046 | 3753,615 | 2588,016    |
| 5586,770    | 4736,785    | 3724,379 | 2562,541    |
| 5569,632    | 4707,287    | 3677,628 | Si 2528,516 |
| 5535,418    | 4678,855    | 3640,391 | Si 2506,904 |
| 5506,783    | 4647,437    | 3606,681 | Si 2435,159 |
| 5497,521    | 4602,944    | 3556,879 | 2413,310    |
| 5455,616    | 4592,658    | 3513,820 | 2373,737    |
| 5434,530    | 4547,854    | 3485,344 |             |



|   |                      |          |                |   |                          |          |         |
|---|----------------------|----------|----------------|---|--------------------------|----------|---------|
| » | D.....               | 0007,401 | atm.           | » | Q.....                   | 3400,090 | Fe      |
| » | C.....               | 6563,054 | H <sub>α</sub> | » | R.....                   | 3179,453 | Ca      |
| » | D <sub>1</sub> ..... | 5896,154 | Na             | » |                          | 3181,387 | Ca      |
| » | D <sub>2</sub> ..... | 5890,182 | Na             | » | r.....                   | 3144,616 | Fe      |
| » | E <sub>1</sub> ..... | 5270,533 | Fe             | » | s <sub>1</sub> }         | 3100,779 | Fe      |
| » |                      | 5270,448 | Ca             | » | s <sub>2</sub> }         | 3100,415 | Fe      |
| » | E <sub>2</sub> ..... | 5269,722 | Fe             | » |                          | 3100,064 | Fe      |
| » | b <sub>1</sub> ..... | 5183,792 | Mg             | » | S.....                   | 3047,720 | Fe      |
| » | b <sub>2</sub> ..... | 5172,871 | Mg             | » | T.....                   | 3021,191 | Fe      |
| » |                      | 5169,218 | Fe             | » |                          | 3020,759 | Fe      |
| » | b <sub>3</sub> ..... | 5169,066 | Fe             | » | t.....                   | 2994,542 | Fe      |
| » |                      | 5167,686 | Fe             | » | U.....                   | 2947,993 | Fe      |
| » | b <sub>4</sub> ..... | 5167,501 | Mg             |   |                          |          |         |
| » | F.....               | 4861,496 | H <sub>β</sub> |   |                          |          |         |
|   |                      |          |                |   | Limite d'abs. atmosph... | 2920     | environ |

(1) ABNEY, *Phil. Trans.*, 1880-1886.(2) HENRY-A. ROWLAND, *Table of standard wave-lengths* (*Astronomy and Astrophysics*, t. XII, 1893) et *Table of solar spectrum wave-lengths* (*Astrophysical Journal*, 1895, n° 1 et 2; 1896, n° 1 et 2; 1897, n° 1).

**LONGUEURS D'ONDE DE LA LUMIÈRE,**  
**en unités d'Angström**  
**(dix-millionièmes de millimètre).**

Valeurs absolues obtenues *interférentiellement* et comparées  
 au mètre étalon, rapportées à  $t = 15^{\circ}$  et  $H = 760^{\text{mm}}$ .

| MÉTAL.         | LONGUEUR<br>D'ONDE. | SOURCE.                    | AUTEUR.                    |
|----------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|
| Cadmium .      | 6438,4696           | Étincelle<br>dans le vide. | Benoit, Fabry<br>et Perot. |
| "              | 5085,8220           | "                          | Michelson.                 |
| "              | 4799,9989           | "                          | "                          |
| Lithium . .    | 6707,843            | Flamme.                    | Perot et Fabry             |
| Sodium . . .   | 5895,930            | "                          | "                          |
| "              | 5889,964            | "                          | "                          |
| Argent . . .   | 5465,487            | Étincelle<br>dans le vide. | "                          |
| "              | 5109,079            | "                          | "                          |
| Cuivre . . . . | 5782,157            | "                          | "                          |
| "              | 5781,088            | "                          | "                          |
| "              | 5118,400            | "                          | "                          |
| "              | 5153,249            | "                          | "                          |
| "              | 5105,544            | "                          | "                          |
| Zinc . . . . . | 6364,343            | "                          | "                          |
| "              | 4810,533            | "                          | "                          |
| "              | 4799,461            | "                          | "                          |
| "              | 4680,156            | "                          | "                          |
| Mercure . . .  | 5790,6570           | "                          | "                          |
| "              | 5769,5964           | "                          | "                          |
| "              | 5460,7401           | "                          | "                          |
| "              | 4358,344            | Arc dans le vide.          | "                          |



## SPECTRES DE QUELQUES MÉTAUX.

Longueurs d'ondes exprimées en unités d'Angstrom  
et rapportées au spectre normal de Rowland.

1<sup>re</sup> Dans la flamme du gaz (raies visibles).

|              |  |
|--------------|--|
| Sodium...    | $\text{Na}_2, (D_1 = 5890,154; \text{Na}_2, (D_2 = 5890,182$ |
| Lithium...   | $\alpha = 6708,1; \beta = 6103,81$                           |
| Potassium... | $\alpha = 7699,3; 7697,6; \beta = 7832,23; 7832,41$          |
|              | $\gamma = 7782,67; \gamma = 4047,39; 4044,29$                |
| Rubidium...  | $\alpha = 7800,0; 7811,0; \beta = 4471,72; \alpha = 4201,98$ |
| Cæsium...    | $\beta = 4593,34; \alpha = 4101,44$                          |
| Thallium...  | $\alpha = 3300,61$   |
| Indium...    | $\alpha = 4511,41; \beta = 4101,87$                          |

2<sup>e</sup> Avec l'étrincelle condensée (raies visibles  
et ultra-violettes).

## Cadmium (1).

|              |               |               |               |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| N° 1. 6438,7 | N° 9. 3613,0  | N° 14. 3081,4 | N° 22. 2329,4 |
| N° 2. 5379,3 | N° 10. 3610,7 | N° 15. 3081,0 | N° 23. 2321,2 |
| N° 3. 5338,6 | N° 11. 3467,8 | N° 16. 2980,8 | N° 24. 2313,0 |
| N° 4. 5086,1 | N° 12. 3466,3 | N° 17. 2837,0 | N° 25. 2288,1 |
| N° 5. 4800,1 | N° 13. 3463,7 | N° 18. 2744,7 | N° 26. 2265,1 |
| N° 6. 4678,4 | N° 14. 3261,2 | N° 19. 2723,1 | N° 27. 2191,7 |
| N° 7. 4415,9 | N° 15. 3252,6 | N° 20. 2690,9 | N° 28. 2144,1 |
| N° 8. 3988,4 | N° 16. 3133,3 | N° 21. 2670,0 |               |
|              |               | N° 22. 2418,0 |               |

## Zinc (1).

|        |        |        |        |               |
|--------|--------|--------|--------|---------------|
| 6362,6 | 4722,3 | 3076,0 | 2746,6 | N° 27. 2099,2 |
| 6103,6 | 4680,4 | 3072,1 | 2718,0 | N° 28. 2063,8 |
| 4924,6 | 3345,4 | 3033,9 | 2438,9 | N° 29. 2061,4 |
| 4912,0 | 3302,9 | 2801,0 |        |               |
| 4810,7 | 3282,4 | 2771,0 |        |               |

## Aluminium (1).

|        |        |        |               |               |
|--------|--------|--------|---------------|---------------|
| 6246,2 | 5606,6 | 3144,2 | 2632,0        | N° 31. 1931,3 |
| 6233,5 | 4663,1 | 3092,8 | 2473,3        | N° 32. 1862,2 |
| 5723,6 | 3991,7 | 2810,4 | N° 30. 1930,9 | N° 33. 1854,1 |

(1) Les numéros précédant les raies sont ceux de l'échelle centron  
l'unité de MM. Mascart, Babinet et Cornu.

# LONGUEURS D'ONDE

des principales raies des gaz découverts récemment, ainsi que de l'hydrogène et de l'air, rapportées au spectre normal de Rowland.

## Hélium (Runge et Paschen).

|                         |          |          |          |          |          |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| D <sub>3</sub> 5875,870 | 5015,732 | 4471,646 | 3888,785 | 3187,830 | 2945,220 |
|-------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|

## Néon (Baly).

|         |         |         |         |                        |         |
|---------|---------|---------|---------|------------------------|---------|
| 6402,40 | 6182,37 | 6143,28 | 6074,52 | 5944,91                | 3593,67 |
| 6266,66 | 6163,79 | 6096,37 | 6030,20 | D <sub>5</sub> 5852,65 |         |

## Argon (Eder et Valenta).

### 1° Spectre sans condensation.

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5607,44 | 4333,65 | 4272,29 | 4259,50 | 4198,40 | 4158,63 |
| 4348,11 | 4300,18 | 4266,44 | 4200,75 | 4191,02 | 4041,52 |
|         |         |         |         |         | 3949,08 |
|         |         |         |         |         | 3834,83 |

### 2° Spectre avec condensation.

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5559,02 | 4426,16 | 3729,52 | 3559,69 | 2769,70 | 2708,40 |
| 4880,14 | 4348,11 | 3588,64 | 3491,71 | 2753,90 | 2647,60 |
| 4806,17 | 3850,70 | 3576,80 | 2806,30 | 2744,88 | 2516,80 |
|         |         |         |         |         | 2515,6  |

## Krypton (¹) (Baly).

### 1° Spectre sans condensation.

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5871,12 | 4671,40 | 4502,56 | 4454,12 | 4362,83 | 4318,74 |
| 5570,50 | 4624,48 | 4463,88 | 4376,33 | 4319,76 | 4274,15 |

### 2° Spectre avec condensation.

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 4355,67 | 3778,23 | 3741,83 | 3669,16 | 3632,02 | 3607,58 |
|         |         |         |         |         | 3245,82 |

## 1° Spectre sans condensation.

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 4671,42 | 4624,46 | 4501,13 | 4078,94 | 3967,74 | 3951,16 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|

## 2° Spectre avec condensation.

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5419,40 | 4603,21 | 4448,28 | 4330,63 | 4180,20 | 2605,69 |
| 5292,40 | 4585,65 | 4395,91 | 4245,54 | 3912,67 | 2476,02 |
| 4841,50 | 4462,38 | 4393,34 | 4238,37 | 3781,13 |         |

## Spectre de l'hydrogène (étincelle en tube à faible pression).

Toutes ces raies peuvent être obtenues par le calcul au moyen de la formule de Balmer

$$\lambda = A \frac{n^2}{n^2 - 4},$$

où  $A = 3646,13$  et  $n$  est un nombre entier compris entre 3 et 31 (les derniers termes ne figurent pas ici).

## Spectre de l'air (étincelle condensée, pression normale).

| Partie visible.      |         | Partie ultra-violette. |        |
|----------------------|---------|------------------------|--------|
| H <sub>α</sub> ..... | 6563,04 | 4349,6                 | 3331,9 |
| δ.....               | 5941,6  | 4317,2                 | 3329,6 |
| γ.....               | 5931,8  | 4241,6                 | 3007,4 |
| α.....               | 5679,3  | 4236,2                 |        |
|                      | 5666,4  | 4075,9                 |        |
|                      | 5005,7  | 4072,0                 |        |
|                      | 5001,6  | 4069,7                 |        |
|                      |         | 4041,4                 |        |

(\*) Plusieurs de ces raies du krypton coïncident avec celles du spectre des aurores polaires.

## RÉFRACTION DES GAZ ET DES VAPEURS

La réfraction d'un gaz, ou l'excès de l'indice de réfraction sur l'unité, est proportionnelle au poids spécifique; elle n'est proportionnelle à la pression que dans les cas où la loi de Mariotte est applicable.

Le Tableau suivant donne :

1° La réfraction relative, c'est-à-dire le rapport de la réfraction d'un corps gazeux à celle de l'air, à 0° pour les gaz et à une température voisine de 12° pour les vapeurs;

2° L'indice de réfraction calculé pour la température de 0° et la pression de 760<sup>mm</sup>.

(D'après M. Mascart.)

| SUBSTANCE                | RÉFRACTION<br>relative. | INDICE<br>de réfract. |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Air.....                 | 1                       | 1,00<br>0293          |
| Azote..                  | 1,0172                  | 0298                  |
| Oxygène.....             | 0,9245                  | 0271                  |
| Hydrogène.....           | 0,4740                  | 0139                  |
| Oxyde de carbone.....    | 1,1446                  | 0335                  |
| Acide carbonique....     | 1,5527                  | 0454                  |
| Protoxyde d'azote.....   | 1,7626                  | 0516                  |
| Bioxyde » .....          | 1,0164                  | 0297                  |
| Acide sulfureux .....    | 2,4038                  | 0704                  |
| Cyanogène.....           | 2,8070                  | 0822                  |
| Eau.....                 | 0,88                    | 0257                  |
| Chlore .....             | 2,63                    | 0770                  |
| Brome.....               | 3,85                    | 1127                  |
| Acide chlorhydrique..... | 1,52                    | 0445                  |
| » bromhydrique .....     | 1,95                    | 0571                  |
| » iodhydrique.....       | 3,10                    | 0907                  |
| » cyanhydrique....       | 1,49                    | 0436                  |
| » sulfhydrique .....     | 2,12                    | 0620                  |

# RÉFRACTION DES GAZ ET DES VAPEURS (suite).

| SUBSTANCE  | RÉFRACTION<br>relative. | INDICE<br>de réfract. |
|--|-------------------------|-----------------------|
|  |                         | 1,00                  |
| Ammoniaque.....  | 1,29                    | 0377                  |
| Chlorure phosphoreux.....                              | 5,92                    | 1733                  |
| Sulfure de carbone.....                                | 5,05                    | 1478                  |
| Formène (gaz des marais),.                             | 1,51                    | 0442                  |
| Ethylène (gaz oléfiant).....                           | 2,46                    | 0720                  |
| Acétylène.....   | 2,075                   | 0607                  |
| Allylène.....  | 4,04                    | 1182                  |
| Propylène.....   | 3,81                    | 1115                  |
| Amylène.....   | 5,76                    | 1686                  |
| Hydruce d'amyène.....                                  | 5,82                    | 1703                  |
| Benzine.....   | 6,20                    | 1815                  |
| Éther méthylchlorhydrique.                             | 2,96                    | 0876                  |
| » bromhydrique.....                                    | 3,28                    | 0960                  |
| » iodhydrique.....                                     | 4,33                    | 1267                  |
| » cyanhydrique.....                                    | 2,64                    | 0773                  |
| Méthylène trichloré (chloro-<br>forme.....             | 4,98                    | 1457                  |
| Méthylène quadrichloré....                             | 6,05                    | 1771                  |
| Éther méthylacétique.....                              | 3,87                    | 1133                  |
| Alcool méthylique.....                                 | 2,12                    | 0620                  |
| Éther.....   | 3,03                    | 0887                  |
| » éthylchlorhydrique...                                | 4,01                    | 1174                  |
| » bromhydrique.....                                    | 4,16                    | 1217                  |
| » iodhydrique.....                                     | 5,47                    | 1601                  |
| Bichlorure d'éthylène (li-<br>queur des Hollandais)... | 4,82                    | 1408                  |
| Éther éthylformique.....                               | 4,05                    | 1185                  |
| » acétique....   | 4,79                    | 1402                  |
| Alcool éthylique.....                                  | 3,01                    | 0881                  |
| Éther.....   | 5,25                    | 1507                  |
| Aldéhyde.....  | 2,76                    | 0808                  |
| Acétone.....   | 3,74                    | 1095                  |
| Éther allylchlorhydrique...                            | 4,91                    | 1437                  |

## TABLEAU

des indices de réfraction des corps monoréfringents. Verres d'optique.

| N <sup>o</sup> .   | VERRES                         | Densités. | INDICES POUR LES RAIES : |                |                |                |                 |
|--|--------------------------------|-----------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|  |                                |           | A'<br>(λ=7681).          | C<br>(λ=6563). | D<br>(λ=5898). | F<br>(λ=4861). | G'<br>(λ=4340). |
| <i>Verres de la maison Parra-Mantois, Paris (anciennement Guinand, puis Feil).</i> |                                |           |                          |                |                |                |                 |
| 4346   | Borosilicate crown léger.....  | 2,357     | 1,49127                  | 1,49404        | 1,49633        | 1,50169        | 1,50593         |
| 3993   | Crown ordinaire.....           | 2,567     | 1,51149                  | 1,51456        | 1,51718        | 1,52343        | 1,52847         |
| 3984   | Crown H. D.....                | 2,691     | 1,51642                  | 1,51991        | 1,52294        | 1,53028        | 1,53630         |
| 4174   | Baryum crown, très léger....   | 3,867     | 1,53213                  | 1,53524        | 1,53788        | 1,54419        | 1,54926         |
| 4342   | Baryum crown, lourd.....       | 3,668     | 1,60836                  | 1,61214        | 1,61541        | 1,62330        | 1,62970         |
| 4700   | Flint très léger (série A).... | 3,525     | 1,51653                  | 1,52008        | 1,52306        | 1,53027        | 1,53615         |
| 4568   | Flint léger baryte.....        | 2,997     | 1,54572                  | 1,54931        | 1,55228        | 1,55965        | 1,56568         |
| 4386   | Flint dense (série B).....     | 3,542     | 1,60187                  | 1,60713        | 1,61181        | 1,62348        | 1,63340         |
| 4331   | Flint dense (série O).....     | 3,593     | 1,60639                  | 1,61181        | 1,61663        | 1,62871        | 1,63898         |
| 2853   | Flint extra-dense.....         | 5,004     | 1,76131                  | 1,77026        | 1,77844        | 1,79955        | 1,81810         |

*Glace de Saint-Gobain.*

|                      |      |         |         |         |         |         |
|----------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Qualité moyenne..... | 2,54 | 1,52184 | 1,52491 | 1,52755 | 1,53381 | 1,53885 |
|----------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|

## Verres de la maison Schott, Iéna.

| N <sup>os</sup> . | VERRES                          | Densités. | A'.     | C.      | D.      | F.      | G'.     |
|-------------------|---------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0,3258            | Crown du plus faible indice D.  | 2,23      | 1,47335 | 1,47601 | 1,47820 | 1,48327 | 1,48727 |
| 0,2388            | Crown pour objectifs.....       | 2,85      | 1,51991 | 1,52290 | 1,52540 | 1,53142 | 1,53626 |
| 0,203             | Silicate crown ordinaire.....   | 2,54      | 1,51187 | 1,51489 | 1,51750 | 1,52366 | 1,52865 |
| 0,608             | Crown à grande dispersion..     | 2,60      | 1,50895 | 1,51213 | 1,51490 | 1,52156 | 1,52699 |
| 0,2001            | Flint pour lunettes.....        | 2,50      | 1,51471 | 1,51813 | 1,52110 | 1,52820 | 1,53397 |
| 0,276             | Flint léger ordinaire.....      | 3,22      | 1,57154 | 1,57604 | 1,58000 | 1,58977 | 1,59801 |
| 0,118             | Silicate flint ordinaire.....   | 3,58      | 1,60284 | 1,60814 | 1,61290 | 1,62474 | 1,63482 |
| 0,198             | Silicate flint très lourd.....  | 4,99      | 1,76101 | 1,76999 | 1,77820 | 1,79940 | 1,81808 |
| 0,228             | Silicate flint le plus lourd... | 5,92      | 1,88046 | 1,89289 | 1,90440 | 1,93463 | 1,96189 |

## Verres de la maison Chance, Birmingham.

|     |                               |      |        |        |        |
|-----|-------------------------------|------|--------|--------|--------|
| 642 | B. S. crown.....              | 2,46 | 1,5075 | 1,5099 | 1,5155 |
| 564 | Baryum crown.....             | 3,17 | 1,5643 | 1,5673 | 1,5743 |
| 484 | Silicate flint léger.....     | 3,79 | 1,5325 | 1,5357 | 1,5435 |
| 436 | Silicate flint.....           | 3,06 | 1,5542 | 1,5579 | 1,5670 |
| 362 | Flint dense.....              | 3,66 | 1,6172 | 1,6222 | 1,6344 |
| 338 | Flint extra-dense.....        | 3,88 | 1,6439 | 1,6494 | 1,6631 |
| 299 | Flint double extra-dense..... | 4,43 | 1,7020 | 1,7087 | 1,7257 |

## INDICES DE L'EAU.

| RAIE                           | DUFET<br>(à $t=20^{\circ}$ ) | SIMON<br>(à $t=21^{\circ},7$ ) | RAIE                        | Ultra-violet.<br>Simon<br>( $t=21^{\circ},7$ ) |
|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--|
| K <sub>a</sub> 7683 .....      |                              | 1,32881                        | Cd <sub>9</sub> 3611 .....  | 1,34733  |
| H <sub>a</sub> [C] 6563 .....  | 1,33109                      | 1,33094                        | Cd <sub>10</sub> 3466 ..... | 1,34940  |
|                                |                              |                                | Cd <sub>11</sub> 3404 ..... | 1,35036  |
| Na[D] 5893 .....               | 1,33292                      | 1,33292                        | Cd <sub>12</sub> 3261 ..... | 1,35285  |
|                                |                              |                                | Cd <sub>13</sub> 3133 ..... | 1,35544  |
|                                |                              |                                | Cd <sub>14</sub> 3081 ..... | 1,35659  |
| Fe[E] 5270 .....               | 1,33512                      |                                | Cd <sub>15</sub> 2980 ..... | 1,35907  |
| Cd <sub>4</sub> 5086 .....     |                              | 1,33593                        | Cd <sub>16</sub> 2837 ..... | 1,36315  |
| H <sub>2</sub> [F] 4861 .....  | 1,33701                      | 1,33698                        | Cd <sub>22</sub> 2329 ..... | 1,37802  |
| Cd <sub>5</sub> 4800 .....     |                              | 1,33737                        | Cd <sub>23</sub> 2313 ..... | 1,38741  |
| Cd <sub>6</sub> 4678 .....     |                              | 1,33801                        | Cd <sub>24</sub> 2239 ..... | 1,39213  |
| H <sub>7</sub> [G'] 4311 ..... | 1,34015                      | 1,34031                        |                             |  |



# INDICES DIVERS (LIQUIDES).

| SUBSTANCES  | C<br>(6503) | D<br>(5893) | F<br>(4851) | G'<br>(4341) |
|---|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Sulfure de carbone, $t = 19^{\circ}$ (Dufet).....             | 1,61894     | 1,62754     | 1,65320     | 1,67556      |
| Alcool éthylique, $t = 17^{\circ}, 5$ (Landolt et Jahn).....  | 1,3601      | 1,3619      | 1,3663      | 1,3697       |
| Alcool méthylique, $t = 17^{\circ}, 5$ (Landolt et Jahn)..... | 1,3281      | 1,3297      | 1,3335      | 1,3365       |
| Chloroforme, $t = 17^{\circ}$ (Jahn).....                     | 1,4452      | 1,4472      | 1,4541      |              |
| Ether éthylique, $t = 17^{\circ}$ (Brühl).....                | 1,3546      | 1,35424     | 1,36216     | 1,36189      |
| Glycérine, $t = 20^{\circ}$ (Landolt).....                    | 1,47063     | 1,47290     | 1,47845     | 1,48281      |
| Benzine, $t = 21^{\circ}, 6$ (Brühl).....                     | 1,49573     | 1,50042     | 1,51228     | 1,52231      |
| Naphtaline monobromée, $t = 19^{\circ}, 4$ (Brühl).....       | 1,64995     | 1,65876     | 1,68245     | 1,70433      |

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| CORPS MONORÉFRINGENTS                             | INDICE<br>de<br>réfraction | PARTIE<br>du<br>spectre |
|---|----------------------------|-------------------------|
| Acide arsénieux.....                              | 1,748                      | Rouge <sup>(1)</sup> .  |
| Agate blonde.....                                 | 1,755                      | Jaune <sup>(2)</sup> .  |
| Air.....  | 1,5373                     | Rouge <sup>(1)</sup> .  |
| Albumine.....                                     | 1,000294                   |                         |
| Alcool méthylthallique.....                       | 1,360                      |                         |
| Alun de potasse.....                              | 1,675                      | Raie D <sup>(3)</sup> . |
| Alun de chrome.....                               | 1,4564                     | Raie D <sup>(5)</sup> . |
| Alun de gallium.....                              | 1,4814                     | Raie D <sup>(5)</sup> . |
| Azotate de plomb.....                             | 1,4653                     | Raie D <sup>(5)</sup> . |
|   | 1,758                      |                         |
| Blende jaune clair d'Espagne.....                 | 2,341                      | Rouge <sup>(3)</sup> .  |
|   | 2,369                      | Jaune <sup>(3)</sup> .  |
|   | 2,407                      | Vert <sup>(6)</sup> .   |
| Chlorure d'argent naturel.....                    | 2,071                      | Jaune <sup>(3)</sup> .  |
| Cristallin {                                      | entier.....                | (4).                    |
|   | enveloppe extérieure.....  | (4).                    |
|   | enveloppe moyenne.....     | (4).                    |
|   | enveloppe centrale.....    | (4).                    |
| Diamant incolore.....                             | 2,414                      | Rouge <sup>(3)</sup> .  |
|   | 2,428                      | Vert <sup>(3)</sup> .   |
| — brun.....                                       | 2,487                      |                         |
| Eau.....  | 1,336                      |                         |
| Glace Saint- { ancienne. 1,505 à                  | 1,510                      |                         |
| Gobain... { nouvelle. 1,525 à                     | 1,540                      |                         |
| Grenat almandine d'un beau rouge                  | 1,772                      | Rouge <sup>(3)</sup> .  |
| — essonite (kanelstein).....                      | 1,740                      | Rouge <sup>(3)</sup> .  |
| Humeur de l'œil {                                 | aqueuse.....               | (4).                    |
|   | vitreuse.....              | (4).                    |
| Hyalite sans action sur la lumière polarisée..... | 1,4374                     | Rouge <sup>(1)</sup> .  |
|   | 1,266                      |                         |
| Hydrophane sèche.....                             | 1,387                      | Rouge <sup>(1)</sup> .  |
|   | 1,406                      |                         |

(1) De Senarmont. (2) Des Cloizeaux. (3) Lamy. (4) Brewster.  
(5) Soret. (6) Ramsay.

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| CORPS MONORÉFRINGENTS  | INDICE<br>de<br>réfraction | PARTIE<br>du<br>spectre |
|--|----------------------------|-------------------------|
| Hydrophane imbibée d'eau.....  | 1,406<br>1,439<br>1,446    | Rouge (1).              |
| — artificielle imbibée...  | 1,260                      |                         |
| Obsidienne enfumée du Mexique.   | 1,482                      |                         |
| Opale incolore à peine laiteuse...                                     | 1,485                      | Rouge (1).              |
| — incolore chatoyante de Gua-temala.....                               | 1,442                      | Rouge (1).              |
| — de feu jaune foncé de Gua-temala.....                                | 1,446                      | Rouge (1).              |
| Pollux de l'île d'Elbe.....  | 1,450<br>1,517             | Rouge (1).              |
| Quartz fondu.....  | 1,517                      | Rouge (1).              |
| — résinite blond rosé.....   | 1,449<br>1,457             | Rouge (1).              |
| Sel amm., chlorure d'ammonium.   | 1,442                      | Rouge (1).              |
| Sel gemme.....   | 1,6422                     | Rouge (1).              |
| Senarmontite, pseudocub.....   | 1,5429<br>1,5437           | Rouge (1).              |
| Spath fluor vert dichroïte.....  | 1,5437                     | Rouge (1).              |
| Spinelles d'un joli rose.....  | 2,073                      | Rouge (1).              |
| Sulfure de carbone (à 10 deg. cent.)                                   | 1,433                      | Rouge (1).              |
| Sylvine, chlorure de potassium...                                      | 1,435                      | Rouge (1).              |
| Tabaschir de l'Inde, sec.....  | 1,7121<br>1,7155           | Rouge (1).              |
| — imbibé d'eau.....  | 1,7155                     | Rouge (1).              |
| Verre antique de Pompo- (verdâtre<br>niana, près Hyères (Var) jaunâtre | 1,633                      | Rouge (1).              |
| Verre de thallium (dens. = 4,1) ..                                     | 1,4904                     | Rouge (1).              |
| Ziguéline (cuivre oxydulé).....  | 1,1195                     | Rouge (1).              |
| Vide.....  | 1,364                      | Rouge (1).              |
|  | 1,519                      | Rouge (1).              |
|  | 1,512                      | Rouge (1).              |
|  | 1,690                      | Rouge (1).              |
|  | 2,849                      | Rouge (1).              |
|  | 1,000                      | Rouge (1).              |

(1) De Senarmont. (2) Des Cloizeaux. (3) Verdet. (4) Fizeau.  
(5) Tschermak. (6) Lamy.

# TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION

de quelques solides remarquables.

| RAIE DU SPECTRE          | ORDINAIRE                   |                             |          | EXTRAORDINAIRE |                             |          |
|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------|----------------|-----------------------------|----------|
|                          | Gifford<br>( <sup>1</sup> ) | Observations<br>antérieures | Auteurs  | Gifford        | Observations<br>antérieures | Auteurs  |
| Rb 7950.....             | 1,64886                     |                             |          | 1,48216        |                             |          |
| K <sub>α</sub> 7683..... | 1,64974                     |                             |          | 1,48255        |                             |          |
| He [B'] 7066.            | 1,65207                     |                             |          | 1,48353        |                             |          |
| H <sub>α</sub> [C] 6563. | 1,65440                     |                             |          | 1,48457        |                             |          |
| Cd [1] 6439..            |                             | 1,65440                     | Dufet.   |                | 1,48465                     | Dufet.   |
| Na [D] 5893.             | 1,65836                     | 1,65501                     | Sarasin. | 1,48639        | 1,48481                     | Sarasin. |
| Pb 5607.....             | 1,66045                     | 1,65839                     | Sarasin. | 1,48734        | 1,48644                     | Sarasin. |
| Cd [2] 5379..            |                             | 1,66234                     | Sarasin. |                | 1,48815                     | Sarasin. |
| Cd [3] 5338..            |                             | 1,66274                     | Sarasin. |                | 1,48843                     | Sarasin. |
| Fe [K] 5000              | 1,66274                     |                             |          |                |                             |          |

Calcite (Spath d'Islande) [ $\iota = 15^\circ$ ].

|          |         |         |          |
|----------|---------|---------|----------|
| Sarasin. | 1,49955 |         | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,49079 | 1,49074 |          |
| Sarasin. | 1,49112 |         |          |
| Sarasin. | 1,49185 |         |          |
| Sarasin. | 1,49367 |         |          |
| Dufet.   | 1,49434 | 1,49424 |          |
|          |         | 1,49777 |          |

## Ultra-violet.

|          |         |         |          |
|----------|---------|---------|----------|
| Sarasin. | 1,66783 |         | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,66858 | 1,66783 |          |
| Sarasin. | 1,67023 |         |          |
| Sarasin. | 1,67417 |         |          |
| Dufet.   | 1,67553 | 1,67552 |          |
|          |         | 1,68330 |          |

|          |         |         |          |
|----------|---------|---------|----------|
| Sarasin. | 1,50228 | 1,50224 | Sarasin. |
|          |         | 1,50746 |          |
|          |         | 1,51365 |          |
| Sarasin. | 1,52276 | 1,52266 | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,53019 | 1,53012 | Sarasin. |
|          |         | 1,53731 |          |
| Sarasin. | 1,54559 | 1,54550 | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,54920 | 1,54914 | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,55514 | 1,55512 | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,55993 | 1,55992 | Sarasin. |

|          |         |         |          |
|----------|---------|---------|----------|
| Sarasin. | 1,69325 | 1,69316 | Sarasin. |
|          |         | 1,70515 |          |
|          |         | 1,71959 |          |
| Sarasin. | 1,74151 | 1,74150 | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,76050 | 1,76050 | Sarasin. |
|          |         | 1,77966 |          |
| Sarasin. | 1,80248 | 1,80239 | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,81300 | 1,81304 | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,83090 | 1,83080 | Sarasin. |
| Sarasin. | 1,84580 | 1,84582 | Sarasin. |
|          |         | 1,86081 |          |

(1) J. WILLIAM GIFFORD, *Refractive indices of fluorite, quartz and calcite (Proceed. of Royal Society, vol. LXX, n° 463, July 29, 1902)*. Les indices du mémoire original sont donnés avec 7 décimales.

# TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION

de quelques solides remarquables (suite).

| RAIE DU SPECTRE                     | ORDINAIRE |                          |                  | EXTRAORDINAIRE |                          |                  |
|-------------------------------------|-----------|--------------------------|------------------|----------------|--------------------------|------------------|
|                                     | Gifford   | Observations antérieures | Auteurs          | Gifford        | Observations antérieures | Auteurs          |
|                                     |           |                          |                  |                |                          |                  |
| Quartz [ $t = 15^{\circ}$ ] (+) (1) |           |                          |                  |                |                          |                  |
| Rb 7950 .....                       | 1,53851   | 1,53897                  | H. Simon.        | 1,54742        | 1,55093                  | Macé de Lépinay. |
| K $\alpha$ 7683 .....               | 1,53906   |                          |                  | 1,54800        | 1,55124                  | Sarasin.         |
| He [B'] 7066.                       | 1,54050   | 1,54190                  | Macé de Lépinay. | 1,54949        | 1,55335                  | Sarasin.         |
| H $\alpha$ [C] 6563 .               | 1,54193   | 1,54212                  | Sarasin.         | 1,55095        |                          |                  |
| Cd [1] 6439..                       |           | 1,54419                  | Sarasin.         | 1,55337        |                          |                  |
| Na [D] 5893 .                       | 1,54426   |                          |                  | 1,55462        |                          |                  |
| Pb 5607.....                        | 1,54547   |                          |                  |                | 1,55573                  | Sarasin.         |
| Cd [2] 5379..                       |           | 1,54655                  | Sarasin.         |                | 1,55595                  | Sarasin.         |
| Cd [3] 5338..                       |           | 1,54675                  | Sarasin.         |                | 1,55640                  | Macé de Lépinay. |
| Fe [E] 5270..                       | 1,54718   | 1,54717                  | Macé de Lépinay. | 1,55639        | 1,55749                  | Sarasin.         |
| Cd [4] 5086..                       |           | 1,54825                  | Sarasin.         |                |                          |                  |

Sarasin.  
Sarasin.

1,56038  
1,56270

1,56341  
1,56784

Sarasin.  
Sarasin.  
H. Simon.

1,55104  
1,55318  
1,55390

1,55398  
1,55824

Cd [9] 4078..  
Cd [7] 4416..  
Hy [G] 4341..  
Al 3962.....

### Ultra-violet

Sarasin.

1,57319

1,57324  
1,57973  
1,58723

Sarasin.

1,56348

1,56347  
1,56974

Cd [9] 3611..  
Zn 3303.....

Sarasin.  
Sarasin.

1,59812  
1,60713

1,59813  
1,60716  
1,61586

Sarasin.  
Sarasin.

1,58750  
1,59624

1,58753  
1,59625  
1,60462

Cd [17] 2749..  
Cd [18] 2573..  
Ag 2446.....

Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.

1,62561  
1,62992  
1,63705  
1,64268  
1,64813  
1,65308  
1,65852  
1,66411  
1,67411  
1,68911

1,62565  
1,62997  
1,63702  
1,64270  
1,64814  
1,65304  
1,65844  
1,66349  
1,67349  
1,69007

Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.  
Sarasin.

1,61402  
1,61816  
1,62502  
1,63040  
1,63569  
1,64041  
1,64566  
1,6507  
1,6599  
1,6750

1,61403  
1,61820  
1,62499  
1,63047  
1,63570  
1,64040  
1,64558  
1,65092  
1,66003  
1,67590

Cd [23] 2313..  
Cd [24] 2265..  
Cd [25] 2194..  
Cd [26] 2144..  
Zn [27] 2099..  
Zn [28] 2061..  
Zn [29] 2025..  
Al [30] 1990..  
Al [31] 1936..  
Al [33] 1854..

(1) Le cristal a un axe dont l'axe cristallographique principal coïncide avec celui de plus petite élasticité est dit cristal *attractif* ou *positif* et désigné par le signe (+). Quand la coïncidence a lieu avec l'axe de plus grande élasticité, le cristal est dit *repulsif* ou *négatif* et désigné par le signe (-).

# **TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION** de quelques solides remarquables (suite).

| RAIE DU SPECTRE               | GIFFORD (1) | OBSERVATIONS<br>anciennes | AUTEURS  |
|-------------------------------|-------------|---------------------------|----------|
| Fluorine [ $t = 15^{\circ}$ ] |             |                           |          |
| Rb 7950 .....                 | 1,43064     |                           |          |
| K $_{\alpha}$ [A'] 7682 ..... | 1,43095     | 1,43089                   | H. Simo  |
| He [B'] 7066 .....            | 1,43171     |                           |          |
| H $_{\alpha}$ [C] 6563 .....  | 1,43252     | 1,43252                   | Carvalle |
| Na [D] 5893 .....             | 1,43385     | 1,43386                   | Carvalle |
| Pb 5607 .....                 | 1,43457     |                           |          |
| Fe [E] 5270 .....             | 1,43556     | 1,43557                   | Carvalle |
| H $_{\beta}$ [F] 4861 .....   | 1,43707     | 1,43705                   | Carvalle |
| H $_{\gamma}$ [G'] 4341 ..... | 1,43963     | 1,43968                   | H. Simo  |
| Al 3962 .....                 | 1,44219     |                           |          |
| Ultra-violet                  |             |                           |          |
| Cd [9] 3611 .....             | 1,44534     | 1,44535                   | Sarasin  |
| Zn 3303 .....                 | 1,44907     |                           |          |
| Sn 3034 .....                 | 1,45338     |                           |          |
| Cd [17] 2749 .....            | 1,45966     | 1,45958                   | Sarasin  |
| Cd [18] 2573 .....            | 1,46477     | 1,46476                   | Sarasin  |
| Ag 2446 .....                 | 1,46965     |                           |          |
| Cd [23] 2313 .....            | 1,47516     | 1,47517                   | Sarasin  |
| Cd [24] 2265 .....            | 1,47754     | 1,47762                   | Sarasin  |
| Cd [25] 2194 .....            | 1,48145     | 1,48148                   | Sarasin  |
| Cd [26] 2144 .....            | 1,48457     | 1,48461                   | Sarasin  |
| Zn [27] 2099 .....            | 1,48757     | 1,48765                   | Sarasin  |
| Zn [28] 2063 .....            | 1,49026     | 1,49041                   | Sarasin  |
| Zn [29] 2025 .....            | 1,49318     | 1,49326                   | Sarasin  |
| Al [30] 1990 .....            | 1,49613     | 1,49629                   | Sarasin  |
| Al [31] 1936 .....            | 1,50123     | 1,50205                   | Sarasin  |
| Al [33] 1854 .....            | 1,50989     | 1,50940                   | Sarasin  |

(1) J. WILLIAM GIFFORD, *Refractive indices of fluorite, quartz and calcite* (Proceedings Royal Society, vol. LXX, n° 463, July 29, 1902). Les indices du mémoire original sont donnés avec 7 décimales.



# **TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION** de quelques solides remarquables (suite).

| RAIE                               | PULFRICH<br>[ $t = 18^\circ$ ] | JOUBIN        |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| <b>Sel gemme</b>                   |                                |               |
| H <sub>α</sub> [C] . . . . .       | 1,54037                        |               |
| Cd [1] 6439 . . . . .              |                                | 1,54151       |
| Na [D] 5893 . . . . .              | 1,54404                        |               |
| Cd [2] 5379 . . . . .              |                                | 1,54839       |
| Cd [3] 5338 . . . . .              |                                | 1,54875       |
| Cd [4] 5086 . . . . .              |                                | 1,55116       |
| H <sub>β</sub> [F] 4861 . . . . .  | 1,55304                        |               |
| Cd [5] 4800 . . . . .              |                                | 1,55436       |
| Cd [6] 4678 . . . . .              |                                | 1,55596       |
| Cd [7] 4416 . . . . .              |                                | 1,55982       |
| H <sub>γ</sub> [G'] 4341 . . . . . | 1,56052                        |               |
|                                    | <b>BOREL</b>                   | <b>JOUBIN</b> |
| <i>Ultra-violet</i>                |                                |               |
| Cd [9] 3610 . . . . .              | 1,57855                        | 1,57877       |
| Cd [10] 3466 . . . . .             | 1,58365                        | 1,58391       |
| Cd [11] 3404 . . . . .             | 1,58627                        | 1,58641       |
| Cd [12] 3255 . . . . .             | 1,59304                        | 1,59330       |
| Cd [13] 3082 . . . . .             |                                | 1,59754       |
| Cd [14] 2980 . . . . .             |                                | 1,61226       |
| Cd [15] 2880 . . . . .             |                                | 1,61465       |
| Cd [16] 2837 . . . . .             |                                | 1,61863       |
| Cd [17] 2748 . . . . .             | 1,62704                        | 1,62790       |
| Cd [18] 2573 . . . . .             | 1,64624                        | 1,64870       |
| Cd [22] 2329 . . . . .             |                                | 1,68680       |
| Cd [23] 2314 . . . . .             | 1,68337                        | 1,68855       |
| Cd [24] 2266 . . . . .             | 1,69914                        | 1,69900       |
| Cd [25] 2195 . . . . .             | 1,71709                        |               |
| Cd [26] 2145 . . . . .             | 1,73216                        |               |

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| SENS<br>de la<br>double<br>réfrac-<br>tion | CORPS<br>BIRÉFRINGENTS<br>A UN AXE  | INDICE<br>DE<br>RÉFRACTION |                  | PARTIE<br>du<br>spectre                            |
|--|---|----------------------------|------------------|--|
|  |   | ordin.                     | extraor.         |  |
| +  | Amphigène transpa-<br>rente de Frascati...  | 1,508                      | 1,509            | Rouge <sup>(1)</sup> .                             |
| +  | Apophyllite de Naalsoë  | 1,5317                     | 1,5331           | Rouge <sup>(1)</sup> .                             |
| +  | Benzile (pouvoir rota-<br>toire = 1,15 celui du<br>quartz) .....                        | 1,659                      | 1,679            | Jaune <sup>(1)</sup> .                             |
| +  | Calomel, protochlo-<br>rure de mercure...   | 1,96                       | 2,60             | Rouge <sup>(2)</sup> .                             |
| +  | Cinabre (mercure sul-<br>furé), pouvoir rota-<br>toire 16 fois celui du<br>quartz ..... | 2,816<br>2,854             | 3,142<br>3,199   | Rou.li. <sup>(1)</sup> .<br>Rouge <sup>(1)</sup> . |
| +  | Davyne de la Somma.   | 1,515                      | 1,519            | Jaune <sup>(1)</sup> .                             |
| +  | Diopase .....   | 1,667                      | 1,723            | Vert.  |
| +  | Glace, indice moyen..   | 1,3095                     |                  | Jaune.   |
| +  | Greenockite (cadmium<br>sulfuré) .....  | 2,688                      |                  | <sup>(3)</sup> .                                   |
| +  | Parisite de la Nouvelle-<br>Grenade .....   | 1,67                       | 1,77             | Jaune. <sup>(3)</sup> .                            |
| +  | Phénacite de Framont  | 1,6508<br>1,6540           | 1,6673<br>1,6697 | Rou.li. <sup>(1)</sup> .<br>Jaune <sup>(1)</sup> . |
| +  | Phosgénite de Monte-<br>Poni. ....  | 2,114                      | 2,140            | Orangé <sup>(4)</sup> .                            |
| +  | Rutile de l'Oural ....  | 2,6158                     | 2,9029           | Jaune <sup>(5)</sup> .                             |
| +  | Schéelite (chaux tung-<br>statée) de Framont.   | 1,918<br>1,919             | 1,934<br>1,935   | Rouge <sup>(1)</sup> .                             |
| +  | Sulfate de lanthane...  | 1,564                      | 1,569            | Rouge <sup>(1)</sup> .                             |
| +  | Sulfate de potasse hex.   | 1,493                      | 1,501            | Rouge <sup>(1)</sup> .                             |
| +  | Zircon hyacinthe de<br>Ceylan .....   | 1,92                       | 1,97             | Rouge <sup>(2)</sup> .                             |
| -  | Analcime limpide....  | 1,487                      | Moy.             | Rouge <sup>(1)</sup> .                             |

<sup>(1)</sup> Des Cloizeaux.    <sup>(2)</sup> E. Bertrand.    <sup>(3)</sup> Miller.    <sup>(4)</sup> Sella.  
<sup>(5)</sup> Baerwald.

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| SENS<br>de la<br>double<br>réfrac-<br>tion | CORPS<br>BIRÉFRINGENTS<br>A UN AXE   | INDICE<br>DE<br>RÉFRACTION |          | PARTIE<br>du<br>spectre |
|--|--|----------------------------|----------|-------------------------|
|  |  | ordin.                     | extraor. |                         |
| —  | Anatase.....   | 2,554                      | 2,493    | ( <sup>1</sup> ).       |
| —  | Argent rouge... ..   | 3,084                      | 2,881    | Rouge ( <sup>3</sup> ). |
| —  | Arséniate d'ammon...   | 1,576                      | 1,523    | Rouge ( <sup>3</sup> ). |
|  |  | 1,579                      | 1,525    |                         |
| —  | Arséniate de potasse..   | 1,564                      | 1,515    | Rouge ( <sup>1</sup> ). |
| —  | Azotate de soude.....  | 1,586                      | 1,336    | Jaune ( <sup>1</sup> ). |
| —  | Corindon.....  | 1,769                      | 1,762    | ( <sup>4</sup> ).       |
| —  | Corindon saphir, bleu  | 1,7676                     | 1,7594   | Rouge ( <sup>1</sup> ). |
|  | pâle.....  | 1,7682                     | 1,7598   |                         |
| —  | Corindon rubis d'un<br>beau rouge.....   | 1,7674                     | 1,7592   | Rouge ( <sup>1</sup> ). |
| —  | Dipyre incolore de<br>Pouzac. ....   | 1,558                      | 1,543    | Rouge ( <sup>1</sup> ). |
| —  | Dolomie de Traverselle   | 1,6817                     | 1,5026   | Jaune ( <sup>3</sup> ). |
| —  | Émeraude parfaite-<br>ment pure, d'un très beau<br>vert.....                               | 1,5841                     | 1,5780   | Vert ( <sup>1</sup> ).  |
| —  | Émeraude gercée, d'un<br>vert pâle.....  | 1,5796                     | 1,5738   | Vert ( <sup>1</sup> ).  |
| —  | Émeraude incol. par-<br>faitement limpide,<br>de l'île d'Elbe.....                         | 1,577                      | 1,572    | Vert ( <sup>1</sup> ).  |
| —  | Émeraude beryl. ....   | 1,5751                     | 1,5707   | Vert ( <sup>3</sup> ).  |
| —  | Émeraude beryl de Si-<br>bérie, parfaitement<br>pure et transpar.,<br>d'un vert très pâle. | 1,582                      | 1,576    | Vert ( <sup>1</sup> ).  |
| —  | Érythrite (érythroglu-<br>cine). ....  | 1,5444                     | 1,5210   | Jaune ( <sup>1</sup> ). |
| —  | Idocrase verte d'Ala..   | 1,719                      | 1,717    | Jaune ( <sup>1</sup> ). |
|  |  | 1,722                      | 1,720    |                         |

(<sup>1</sup>) Des Cloizeaux.    (<sup>2</sup>) Heusser.    (<sup>3</sup>) Fizeau.    (<sup>4</sup>) Miller.  
 (<sup>5</sup>) De Senarmont.

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| SENS<br>de la<br>double<br>réfrac-<br>tion | CORPS<br>BIRÉFRINGENTS<br>A UN AXE        | INDICE<br>DE<br>RÉFRACTION |          | PARTIE<br>du<br>spectre |
|--|---|----------------------------|----------|-------------------------|
|  |   | ordin.                     | extraor. |                         |
| —  | Méionite de la Somma.                     | 1,594                      | 1,558    | Jaune (¹).              |
| —  | Mélinophane. ....                         | 1,597                      | 1,561    |                         |
| —  | Mellite (mellate d'alumine).....          | 1,611                      | 1,592    | Rouge (¹).              |
| —  | Néphéline de la Somma                     | 1,541                      | 1,518    | Jaune (¹).              |
| —  | Paranthine incol. d'Arendal.....          | 1,550                      | 1,525    |                         |
| —  | Pennine de Zermatt..                      | 1,539                      | 1,534    | Jaune (¹).              |
| —  | Phosphate d'ammon..                       | 1,542                      | 1,537    |                         |
| —  | Phosphate de potasse..                    | 1,566                      | 1,545    | Rouge (¹).              |
| —  | Proustite du Mexique.                     | 1,577                      | 1,576    | Rouge (¹).              |
| —  | Sulfate cérosocérique.                    | 1,512                      | 1,476    | Rouge (²).              |
| —  | Tartrate d'antimoine et de strontiane.... | 1,519                      | 1,477    |                         |
| —  | Tourmaline incolore.                      | 1,505                      | 1,465    | Rouge (²).              |
| —  | — <i>Id.</i>                              | 1,510                      | 1,472    |                         |
| —  | — bleue.....                              | 2,9789                     | 2,7113   | Rou.li. (⁴).            |
| —  | — verte.....                              | 3,0877                     | 2,7924   | Jaune (⁴).              |
| —  | — mi-partie bleue et verte.....           | 1,564                      | 1,560    | Rouge (¹).              |
| —  | — vert bleuâtre...                        | 1,569                      | 1,565    |                         |
| —  | Wulfénite (plomb molybdaté).....          | 1,6827                     | 1,5874   | Rouge (¹).              |
| —  |   | 1,6366                     | 1,6193   | Raie D.                 |
| —  |   | 1,6479                     | 1,6262   | Vert (³).               |
| —  |   | 1,6435                     | 1,6212   | Rouge (²).              |
| —  |   | 1,6408                     | 1,6203   | Rouge (²).              |
| —  |   | 1,1444                     | 1,6240   | Rouge (¹).              |
| —  |   | 1,6415                     | 1,6230   | Rouge (¹).              |
| —  |   | 2,402                      | 2,304    | Rouge (¹).              |

(¹) Des Cloizeaux. (²) De Senarmont.

(³) Heusser.

(⁴) Fizeau et Des Cloizeaux.

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| SENS<br>de la<br>double<br>réfrac-<br>tion | CORPS<br>BIRÉFRINGENTS<br>A DEUX AXES | INDICE<br>DE RÉFRACTION |         |         | Rais<br>du<br>spectre |
|--|---------------------------------------|-------------------------|---------|---------|-----------------------|
|  |                                       | maximum                 | moyen   | minimum |                       |
| (+) +                                      | (1) Barytesulfatée.                   | 1,64415                 | 1,63370 | 1,63258 | B                     |
|  |                                       | 1,64521                 | 1,63476 | 1,63362 | C                     |
|  |                                       | 1,64797                 | 1,63745 | 1,63630 | D                     |
|  |                                       | 1,65167                 | 1,64093 | 1,63972 | E                     |
|  |                                       | 1,65484                 | 1,64393 | 1,64266 | F                     |
|  |                                       | 1,66060                 | 1,64960 | 1,64829 | G                     |
|  |                                       | 1,66560                 | 1,65436 | 1,65301 | H                     |
| + .  | Topaze blanche<br>du Brésil (2) ..    | 1,61791                 | 1,61049 | 1,60840 | B                     |
|  |                                       | 1,61880                 | 1,61144 | 1,60935 | C                     |
|  |                                       | 1,62100                 | 1,61375 | 1,61161 | D                     |
|  |                                       | 1,62408                 | 1,61668 | 1,61452 | E                     |
|  |                                       | 1,62652                 | 1,61914 | 1,61701 | F                     |
|  |                                       | 1,63123                 | 1,62365 | 1,62154 | G                     |
|  |                                       | 1,63506                 | 1,62745 | 1,62539 | H                     |
| - .  | Aragonite (3) ...                     | 1,68061                 | 1,67631 | 1,52749 | B                     |
|  |                                       | 1,68203                 | 1,67779 | 1,52820 | C                     |
|  |                                       | 1,68589                 | 1,68157 | 1,53013 | D                     |
|  |                                       | 1,69084                 | 1,68634 | 1,53264 | E                     |
|  |                                       | 1,69515                 | 1,69053 | 1,53479 | F                     |
|  |                                       | 1,70318                 | 1,69836 | 1,53882 | G                     |
|  |                                       | 1,71011                 | 1,70509 | 1,54226 | H                     |

(1) Le cristal dont la ligne moyenne, c'est-à-dire la bissectrice de l'angle aigu des deux axes, coïncide avec l'axe de plus petite élasticité optique, ou le cristal positif, est désigné par le signe +. Quand la coïncidence a lieu avec l'axe de plus grande élasticité, elle est indiquée par le signe -.

(1) Heusser. (2) Rudberg.

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| SENS<br>de la<br>double<br>réfrac-<br>tion | CORPS<br>BIRÉFRINGENTS<br>A DEUX AXES      | INDICE<br>DE RÉFRACTION |         |         | PARTIE<br>du<br>spectre |
|--|--|-------------------------|---------|---------|-------------------------|
|  |  | maximum                 | moyen   | minimum |                         |
| +  | Acétate de plomb. . .                      |                         | 1,576   |         | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Anglesite de Monte-                        | 1,8924                  | 1,8795  | 1,8740  | Rouge <sup>(1)</sup>    |
|  | Poni.....                                  | 1,8970                  | 1,8830  | 1,8770  | Jaune <sup>(1)</sup>    |
|  |  | 1,89363                 | 1,88226 | 1,87709 | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Anthophyllite de<br>Kongsberg.....         |                         | 1,635   |         | Rouge <sup>(1)</sup>    |
| +  | Asparagine. ....                           | 1,619                   | 1,581   | 1,549   | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Boracite.....                              |                         | 1,667   |         | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Bronzite de Kupfer-<br>berg. ....          |                         | 1,668   |         | Rouge <sup>(1)</sup>    |
| +  | Calamine (silicate de<br>zinc hydraté).... | 1,635                   | 1,618   | 1,615   | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Castor de l'île d'Elbe.                    |                         | 1,5096  |         | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Célestine (strontiane<br>sulfatée).....    |                         | 1,623   |         | Rouge <sup>(1)</sup>    |
|  |  |                         | 1,625   |         | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Chlorure de baryum;                        | 1,657                   | 1,641   | 1,628   | Rouge <sup>(1)</sup>    |
|  | Ba Cl + 2 Aq.....                          | 1,660                   | 1,646   | 1,635   | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Chlorure de cuivre;                        |                         | 1,681   |         | Rouge <sup>(1)</sup>    |
|  | Cu Cl + 2 Aq.....                          |                         | 1,685   |         | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Comptonite de Bohême...                    |                         | 1,503   |         | Rouge <sup>(1)</sup>    |
| +  | Crocoïse (plomb chroma-<br>té).....        |                         | 2,421   |         | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Cymophane du Brésil                        | 1,7565                  | 1,7484  | 1,7470  | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Diaspore de Hongrie.                       |                         | 1,722   |         | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Diopside d'Ala. ....                       | 1,7026                  | 1,6798  | 1,6727  | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Euclase du Brésil....                      | 1,6710                  | 1,6553  | 1,6520  | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Gypse.....                                 | 1,52975                 | 1,52267 | 1,52056 | Jaune <sup>(2)</sup>    |
| +  | Harmotome d'Écosse.                        |                         | 1,516   |         | Rouge <sup>(1)</sup>    |
| +  | Hyposulfate de soude                       |                         | 1,490   | 1,484   | Jaune <sup>(1)</sup>    |
| +  | Karsténite (anhydrite)                     | 1,614                   | 1,576   | 1,571   | ( <sup>1</sup> )        |
| +  | Mésotype d'Auvergne.                       | 1,4887                  | 1,4797  | 1,4768  | Rouge <sup>(1)</sup>    |
| +  | Péridot vert de Torre<br>del Greco .....   | 1,697                   | 1,678   | 1,661   | Jaune <sup>(1)</sup>    |

(1) Des Cloizeaux.

(2) Angström.

(3) Miller.

(4) Azruni.

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| SENS<br>de la<br>double<br>réfrac-<br>tion | CORPS<br>BIRÉFRINGENTS<br><br>A DEUX AXES  | INDICE<br>DE RÉFRACTION |                    |                    | PARTIE<br>du<br>spectre                       |
|--|--|-------------------------|--------------------|--------------------|---|
|  |  | maximum                 | moyen              | minimum            |   |
| +  | Prehnite de Rats-<br>chings.....   |                         | 1,626              |                    | Jaune <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Sel de Seignette po-<br>tassique (dextro-<br>tartrate de soude<br>et de potasse).... | 1,4930<br>1,4957        | 1,4910<br>1,4930   | 1,4900<br>1,4917   | Rouge <sup>(1)</sup><br>Jaune <sup>(1)</sup>  |
| +  | Sillimanite.....   |                         | 1,66               |                    | Rouge <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Soufre.....  | 2,240                   | 2,038              | 1,958              | Jaune <sup>(2)</sup>                          |
| +  | Sphène.....  |                         | 1,903              |                    | Rouge <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Staurotide du Saint-<br>Gothard.....   |                         | 1,749              |                    | Rouge <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Struvite.....  |                         | 1,502              |                    | Jaune <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Sulf. de fer; couperose  |                         | 1,470              |                    | Jaune <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Sulfate de potasse à<br>deux axes.....   | 1,4970                  | 1,4935             | 1,4920             | Rouge <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Sulfate de strychnine<br>à 12 équival. d'eau.  |                         |                    | 1,594              | Rouge <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Tartrate d'antimoine<br>et de chaux, avec<br>azotate de chaux..                      | 1,6196                  | 1,5855             | 1,5811             | Jaune <sup>(1)</sup>                          |
| +  | Thénardite d'Espagne   |                         | 1,470<br>1,483     |                    | Rouge <sup>(1)</sup><br>Bleu <sup>(1)</sup>   |
| +  | Topaze incolore par-<br>faitement pure du<br>Brésil.....                             | 1,6224<br>1,6236        | 1,6150<br>1,6174   | 1,6120<br>1,6149   | Jaune <sup>(1)</sup><br>Vert <sup>(1)</sup> . |
| +  | Top. jaune du Brésil.  | 1,6401                  |                    | 1,6325             | ( <sup>3</sup> ).                             |
| +  | Topaze jaune pâle de<br>Schneckenstein ..  | 1,62320<br>1,62740      | 1,61644<br>1,62071 | 1,61400<br>1,61835 | Rouge <sup>(1)</sup><br>Vert <sup>(1)</sup>   |
| +  | Triphane du Brésil..   |                         | 1,669              |                    | Jaune <sup>(2)</sup>                          |
| +  | Zoïsité grise de Ster-<br>zing.....  |                         | 1,70               |                    | Rouge <sup>(1)</sup>                          |

(1) Des Cloizeaux. (2) Cornu. (3) Brewster.

## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| SENS<br>de la<br>double<br>réfrac-<br>tion | CORPS<br>BIRÉFRINGENTS<br>A DEUX AXES                              | INDICE<br>DE RÉFRACTION |                  |                  | PARTIE<br>du<br>spectre                        |
|--|--|-------------------------|------------------|------------------|--|
|  |  | maximum                 | moyen            | minimum          |  |
| —  | Acide oxalique.....  |                         | 1,499            |                  | ( <sup>1</sup> )                               |
| —  | Amphibole actinote<br>du Saint-Gothard.                            |                         | 1,626            |                  | Rouge( <sup>2</sup> )                          |
| —  | Amphibole trémolite<br>grise.....                                  |                         | 1,620<br>1,622   |                  | Rouge( <sup>2</sup> )<br>Jaune( <sup>3</sup> ) |
| —  | Andalousite transpa-<br>rente du Brésil....                        | 1,643                   | 1,638            | 1,632            | Rouge( <sup>3</sup> )                          |
| —  | Andésine limpide du<br>Rion Pézéliou....                           |                         | 1,543            |                  | Rouge( <sup>2</sup> )                          |
| —  | Antigorite. ....   |                         | 1,574            |                  | Rouge( <sup>2</sup> )                          |
| —  | Autunite.....  |                         | 1,572            |                  | Rouge( <sup>3</sup> )                          |
| —  | Axinite du Dauphiné)   | 1,6810<br>1,6954        | 1,6779<br>1,6918 | 1,6720<br>1,6850 | Rouge( <sup>2</sup> )<br>Bleu( <sup>2</sup> )  |
| —  | Azotate de potasse...  | 1,5052                  | 1,5046           | 1,3330           | ( <sup>1</sup> )                               |
| —  | Borax.....   | 1,473                   | 1,470            | 1,447            | Jaune( <sup>2</sup> )                          |
| —  | Chromate j. de potasse   |                         | 1,722            |                  | Rouge( <sup>2</sup> )                          |
| —  | Codéine.....   |                         | 1,5435           |                  | Jaune( <sup>4</sup> )                          |
| —  | Cordiérite de Boden-<br>mais.....                                  | 1,546                   | 1,541            | 1,535            | Orangé( <sup>2</sup> )                         |
| —  | — de Ceylan....  | 1,543                   | 1,542            | 1,537            | Orangé( <sup>2</sup> )                         |
| —  | — de Haddam...   | 1,5627                  | 1,5614           | 1,5523           | Orangé( <sup>2</sup> )                         |
| —  | — de Orijärfvi...  | 1,5400                  | 1,5375           | 1,5337           | Orangé( <sup>2</sup> )                         |
| —  | Dextrotartrate d'am-<br>moniaque. ....                             |                         | 1,579<br>1,581   |                  | Rouge( <sup>2</sup> )<br>Jaune( <sup>2</sup> ) |
| —  | Disthène du St-Gothard.  |                         | 1,720            |                  | Rouge( <sup>2</sup> )                          |
| —  | Epidote verte de la<br>Caroline du nord..                          |                         | 1,748            |                  | Rouge( <sup>2</sup> )                          |
| —  | — de Sulzbach....  | 1,768                   | 1,754            | 1,730            | Rouge( <sup>2</sup> )                          |
| —  | Epistilbite.....   |                         | 1,51             |                  | Rouge( <sup>2</sup> )                          |
| —  | Feldspath adulaire<br>parfaitement trans-<br>parent du St-Gothard. | 1,5260                  | 1,5237           | 1,5190           | Jaune( <sup>2</sup> )                          |

(1) Miller. (2) Des Cloizeaux. (3) De Senarmont. (4) Grailich. (5) Klein



## TABLEAU DES INDICES DE RÉFRACTION.

| SENS<br>de la<br>double<br>réfrac-<br>tion | CORPS<br>BIRÉFRINGENTS<br><br>A DEUX AXES  | INDICE<br>DE RÉFRACTION |                  |                  | PARTIE<br>du<br>spectre                       |
|--|--|-------------------------|------------------|------------------|---|
|  |  | maximum                 | moyen            | minimum          |   |
| —  | Feldspath vitreux lim-<br>pide de Wehr. . . . .  | 1,5240<br>1,5355        | 1,5239<br>1,5354 | 1,5170<br>1,5265 | Rouge <sup>(1)</sup><br>Bleu <sup>(1)</sup> . |
| —  | Formiate de stron-<br>tiane. . . . .   | 1,5380                  | 1,5210           | 1,4838           | Jaune <sup>(2)</sup>                          |
| —  | Herderite de Stone-<br>ham. . . . .  | 1,621                   | 1,612            | 1,592            | Jaune <sup>(3)</sup>                          |
| —  | Hypersthène cha-<br>toyant du Labrador   |                         | 1,69             |                  | Rouge <sup>(4)</sup>                          |
| —  | Malachite cristallisée.  |                         | 1,88             |                  | Rouge <sup>(4)</sup>                          |
| —  | Montebrasite de Mon-<br>tebras. . . . .  |                         | 1,594            |                  | Jaune <sup>(4)</sup>                          |
| —  | Oligoclase, pierre de<br>soleil de Fredriks-<br>wern. . . . .  |                         | 1,540            |                  | Rouge <sup>(1)</sup>                          |
| —  | Oligoclase limpide de<br>Geelong, Victoria.  |                         | 1,543            |                  | Rouge <sup>(1)</sup>                          |
| —  | Phosphate de soude..   |                         | 1,40             |                  | ( <sup>3</sup> )                              |
| —  | Plomb carbonaté. . . .   | 2,0745                  | 2,0728           | 1,7980           | Jaune <sup>(1)</sup>                          |
| —  | Sel de Seignette am-<br>moniacal (lévo et<br>dextrotartrate de<br>soude et d'ammo-<br>niaque). . . . . |                         | 1,4925           |                  | Rouge <sup>(4)</sup>                          |
| —  | Sucre de canne. . . . .  |                         | 1,57             |                  | ( <sup>3</sup> )                              |
| —  | Sulfate d'igasurine..  |                         | 1,608            |                  | Jaune <sup>(1)</sup>                          |
| —  | Sulfate de magnésie  |                         | 1,4817           |                  | ( <sup>3</sup> )                              |
| —  | Sulfate de soude (sel<br>de Glauber). . . . .  |                         | 1,44             |                  | ( <sup>3</sup> )                              |
| —  | Sulfate de zinc. . . . .   |                         | 1,483<br>1,486   |                  | ( <sup>4</sup> )<br>( <sup>4</sup> )          |
| —  | Urao. . . . .  |                         | 1,50<br>1,51     |                  | Rouge <sup>(1)</sup><br>Bleu <sup>(1)</sup>   |

(1) Des Cloizeaux. (2) Schrauf. (3) Miller. (4) De Senarmont. (5) Bertrand.

## POUVOIRS ROTATOIRES.

Une substance active d'une densité  $d$ , imprimant au plan de polarisation d'une lumière  $x$  une rotation  $\alpha$ , pour une épaisseur  $l$  (unité : le décimètre), on aura la rotation pour la même substance supposée réduite à la densité 1 et à l'épaisseur 1 par la formule

$$\text{Pouvoir rotatoire} = [\alpha]_x = \frac{\alpha}{ld}.$$

Si la substance est dissoute dans un liquide inactif et si l'on appelle  $P$  le poids de la substance,  $\nu$  le volume de la solution,  $\pi$  le poids de cette dernière et  $d$  sa densité, on pourra écrire de même

$$[\alpha]_x = \frac{\alpha}{l} \frac{\nu}{P} = \frac{\alpha}{ld} \frac{\pi}{P} \quad \text{et} \quad P = \frac{\alpha \pi}{ld [\alpha]_x} = \frac{\alpha \nu}{l [\alpha]_x},$$

formules qui se réduisent à l'expression primitive

$$[\alpha]_x = \frac{\alpha}{ld}$$

pour le cas des corps homogènes où  $\pi = P$ ;  $\alpha$  et  $[\alpha]_x$  s'expriment en degrés sexagésimaux, mais avec division décimale du degré.

Pour  $\alpha$ , les majuscules indiquent les raies du spectre, les italiques les diverses couleurs et  $ts$  la teinte sensible, gris lavande, correspondant à l'extinction des rayons jaunes. Dans la Table de la page 488 et suivantes, le dissolvant est imprimé en italique et la concentration est indiquée de plusieurs manières :  $c$  exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100<sup>cm</sup>³, c'est la valeur de  $P$  pour  $\nu = 100$ ;  $p$  exprime le poids (en grammes) de substance active contenue dans 100<sup>g</sup>

de solution; on a  $p = \frac{c}{d}$ . Enfin, on emploie aussi le terme  $q$ , lequel est égal à  $100 - p$ ; c'est le poids de substance *inactive* contenue dans 100 grammes de solution.

On a anciennement déterminé beaucoup de pouvoirs rotatoires à l'aide du saccharimètre et pour la teinte sensible. L'emploi de cet instrument n'est valable que si la dispersion rotatoire suit, dans la substance examinée, la même loi que dans le quartz. Dans ce cas, on aurait la rotation par rapport au rayon D en prenant les  $\frac{8}{9}$  de celle trouvée par la teinte sensible.

Depuis qu'on sait produire une lumière très intense et tout à fait monochromatique avec la flamme du sodium examinée à travers une solution de bichromate de potasse, on s'en sert d'une façon exclusive pour la détermination des constantes optiques.

# ROTATION POUR 1<sup>mm</sup> D'ÉPAISSEUR.

| COUPS                                      | $\lambda$      | ROTATION OBSERVÉE $\alpha$               |
|--|----------------|--|
| Quartz (Biot).....                         | D              | <sup>0</sup><br>20,984                   |
| » .....                                    | G              | 39,513                                   |
| » (Broch).....                             | D              | 21,69 ou 21°43'                          |
| » .....                                    | G              | 42,20                                    |
| » (Sorret et Sarasin) .....                | A              | 12,668; $t = 20^\circ$                   |
| » .....                                    | B              | 15,746                                   |
| » .....                                    | C              | 17,318                                   |
| » .....                                    | D <sub>2</sub> | 21,684                                   |
| » .....                                    | D <sub>1</sub> | 21,727                                   |
| » .....                                    | E              | 27,543                                   |
| » .....                                    | F              | 32,773                                   |
| » .....                                    | G              | 42,604                                   |
| » (Von Lang).....                          | Li             | 16,402                                   |
| » .....                                    | Th             | 26,533                                   |
| » (Landolt).....                           | J              | 24,5 (complément de la teinte sensible). |
| » (Biot).....                              | ts             | 24                                       |
| » de 1 <sup>mm</sup> épaisseur (Biot)..... | r              | 18,05 (verre rouge au cuivre).           |
| Cinabre.....                               | r              | — 270 — 300                              |

ROTATION POUR 1<sup>mm</sup> D'ÉPAISSEUR (suite et fin).

| CORPS                                 | $\alpha$ | ROTATION OBSERVÉE $\alpha$ |
|---------------------------------------|----------|----------------------------|
| Chlorate de sodium.....               | D        | <sup>0</sup><br>3,16       |
| Bromate de sodium.....                | J        | 2,8                        |
| Periodate de sodium.....              | D        | 33,3                       |
| Hypo-sulfate de potassium.....        | D        | 8,385                      |
| » de calcium (4aq).....               | $\nu$    | 2,091                      |
| » de strontium.....                   | $\nu$    | 1,642                      |
| » de plomb (4aq).....                 | D        | 5,531                      |
| Acétate d'urane et de sodium.....     | J        | 1,08                       |
| Benzyle.....                          | D        | 24,857                     |
| Sulfate d'éthylènediamine.....        | D        | 15,5                       |
| Carbonate de guanidine.....           | D        | 14,58                      |
| Sulfate de strychnine.....            | $\nu$    | 16,791                     |
| Phtaléine du phénol diacétylée.....   | Li       | 17,1                       |
| ».....                                | Na       | 19,7                       |
| ».....                                | Tl       | 23,8                       |
| Camphre de Matico.....                | D        | 2,67                       |
| Sulfoantimoniate de sodium (9aq)..... | J        | 2,67                       |

## POUVOIRS ROTATOIRES POUR LA RAIE D.

| CORPS                            | TEMP. DE<br>l'observation | LIMITES<br>de<br>concentration | SIGNES | POUVOIRS ROTATOIRES<br>[ $\alpha$ ] D |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------|---------------------------------------|
| <i>Acides et sels</i>            |                           |                                |        |                                       |
| Acide camphorique.....           | 20                        | $c=0,64$                       | +      | 46,2                                  |
| — alcool.....                    | 20                        | $c=2,562$                      | +      | 47,5                                  |
| — ac. acétique.....              | 20                        | $c=3,026$                      | +      | 46,3                                  |
| Acide chloralique, alcool.....   |                           | $c=3,338$                      | +      | 50,2                                  |
| — (sel Na eau)....               |                           | $c=19,049$                     | +      | 26                                    |
| — glutam. HCl 9,5 B.....         | 18                        | $p=5,45$                       | +      | 34,7                                  |
| Acide glutarique.....            |                           | $p=18,81$                      | —      | 1,98                                  |
| Acide glycocholique alcool.....  |                           | $c=9,504$                      | +      | 29                                    |
| Acide malique eau.....           | 20                        | $q=30-64$                      | +      | 5,891—0,08959 $q$                     |
| — — .....                        | 20                        | $q=65-92$                      | —      | 5,891—0,08959 $q$                     |
| Malate de potassium ac. eau..... | 20                        | $q=73-91$                      | —      | 0,6325—0,05562 $q$                    |
| — neutre — .....                 | 20                        | $q=38-91$                      | —      | 3,016—0,1588 $q$ + 0,000555 $q^2$     |
| Malate de sodium acide eau.....  | 20                        | $q=41-80$                      | —      | 9,367—0,2791 $q$ + 0,001152 $q^2$     |
| — neutre eau.....                | 20                        | $q=34-52$                      | +      | 15,202—0,3322 $q$ + 0,00008184 $q^2$  |
| — — .....                        | 20                        | $q=53-95$                      | —      | 15,203—0,3322 $q$ + 0,00008184 $q^2$  |
| Malate d'ammoniaque ac., eau.... | 20                        | $q=72-94$                      | —      | 3,955—0,02870 $q$                     |

|   |      |            |   |                      |
|---|------|------------|---|----------------------|
| Acide quinique.....                       | 19   | $c=2-10$   | — | 43,9                 |
| Acide santonique, <i>alcool</i> .....     | 23,5 | $c=1-3$    | — | 23,8                 |
| Acide tartrique.....                      | 20   | $c=0,5-15$ | + | 15,06—0,137          |
| Tartrate de potassium neutre.....         | 20   | $c=11,597$ | + | 28,48                |
| — acide.....                              | 20   | $c=0,613$  | + | 22,61                |
| Tartrate de sodium neutre.....            | 20   | $c=9,946$  | + | 30,85                |
| — acide.....                              | 20   | $c=4,409$  | + | 23,95                |
| Tartrate de potassium et sodium.          | 20   | $c=10,771$ | + | 29,67                |
| Tartrate d'ammonique neutre...            | 20   | $c=9,433$  | + | 34,26                |
| — acide.....                              | 20   | $c=1,712$  | + | 25,65                |
| Émétique ordinaire.....                   | 20   | $c=7,982$  | + | 124,76               |
| Taurocholate de sodium, <i>alcool</i> ... |      | $c=9,898$  | + | 29                   |
| Acide valérique.....                      | 90   | $d=0,933$  | + | 3,6                  |
| <i>Corps neutres</i>                      |      |            |   |                      |
| Alcool amylique (Le Bel).....             | 19   | $d=0,812$  | — | 5,70                 |
| Chlorure d'amyle —.....                   | 15   | $d=0,886$  | + | 1,24                 |
| Bromure — —.....                          | 15   | $d=1,225$  | + | 3,60                 |
| Iodure — —.....                           | 15   | $d=1,54$   | + | 5,52                 |
| Cholestérine, <i>éther</i> .....          |      | $c=7,9-10$ | — | 31,59                |
| — <i>chloroforme</i> .....                | 15   | $c=3-8$    | — | 36,61+0,249 <i>c</i> |
| Échicérine, <i>chloroforme</i> .....      | 15   | $c=2$      | + | 65,75                |
| Echirétine, <i>éther</i> .....            | 15   | $c=2$      | + | 54,8                 |
| Echitéine, <i>chloroforme</i> .....       | 15   | $c=2$      | + | 85,5                 |
| Echitine —.....                           | 15   | $c=2$      | + | 75,3                 |
| Euphorbone, <i>éther</i> .....            | 15   | $c=4$      | + | 11,7                 |
| Phytostérine, <i>chloroforme</i> .....    | 15   | $c=1,636$  | — | 34,2                 |

# POUVOIRS ROTATOIRES POUR LA RAIE D (suite).

| CORPS                                 | TEMP. DE<br>l'observation | LIMITES<br>de<br>concentration | SIGNES | POUVOIRS ROTATOIRES<br>[ $\alpha$ ]D      |
|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------|---|
| <i>Corps neutres (suite)</i>          |                           |                                |        |   |
| Santonine, alcool.....                | 20                        | $c=1,782$                      | —      | 161                                       |
| — chloroforme.....                    | 20                        | $q=75-96,5$                    | —      | 202,7—0,3086 q                            |
| Métasantonine — .....                 | 20                        | $c=2,206$                      | +      | 124                                       |
| Santonide .....                       | 20                        | $c=3,1-30,5$                   | +      | 754                                       |
| — alcool.....                         | 20                        | $c=4,046$                      | +      | 693                                       |
| Parasantonide, chloroforme.....       | 20                        | $c=2,6-50,3$                   | +      | 891,7                                     |
| <i>Essences</i>                       |                           |                                |        |   |
| Camphre des lauriers, alcool.....     | 20                        | $q=45-90$                      | +      | 54,38—0,1614 q + 0,000369 q <sup>2</sup>  |
| — alcool méthylique.....              | 20                        | $q=50-80$                      | +      | 56,15—0,1769 q + 0,0006610 q <sup>2</sup> |
| — acide acétique.....                 | 20                        | $q=34-84$                      | +      | 55,49—0,1372 q                            |
| — acétate d'éthyle .....              | 20                        | $q=46-85$                      | +      | 55,15—0,04383 q                           |
| — benzène.....                        | 20                        | $q=36-76$                      | +      | 55,21—0,163 q                             |
| Ess. de térébenthine (P. australis).. | 20                        | $d=0,9104$                     | +      | 14,147                                    |
| — alcool.....                         | 20                        | $d=27,78$                      | +      | 14,173—0,011782 q                         |



|  |      |           |   |   |
|--|------|-----------|---|---|
| —, alcool.....   | 20   | $q=10-90$ | — | 36,974+0,0048164 $q$ +0,00013310 $q^2$          |
| —, benzine.....  | 20   | $q=10-90$ | — | 36,970+0,021531 $q$ +0,000067627 $q^2$          |
| —, acide acétique.....   | 20   | $q=10-90$ | — | 36,894+0,024553 $q$ +0,00013689 $q^2$           |
| <i>Alcaloïdes</i>  |      |           |   |   |
| Aricine, alcool 97 pour 100.....                                       | 15   | $c=1$     | — | 54,1  |
| Brucine — 80 .....   | 15   | $c=5,4$   | — | 85  |
| Cinchonine, chloroforme.....   | 15   | $c=2$     | + | 46,05   |
| Cinchonidine, alc. 95 pour 100 .....                                   | 15   | $c=2-5$   | — | 113,53—0,426 $c$                                |
| — bisulfate, eau + 1 mol. H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .....         | 15   | $c=1-7$   | — | 105,96—1,0267 $c$ +0,03376 $c^2$ —0,00104 $c^3$ |
| Cinchonine, alcool.....  | 15   | $c=1$     | + | 225,96  |
| —, chlorhydrate, eau.....  | 15   | $c=0,5-3$ | + | 165,5—2,42 $c$                                  |
| — — —, alcool<br>97 pour 100.....                                      | 15   | $c=1-10$  | + | 179,81—6,314 $c$ +0,8406 $c^2$ —0,0371 $c^3$    |
| — sulfate basique, eau.....  | 15   | $c=12$    | + | 17,03—0,855 $c$                                 |
| — — —, alcool 97 pour 100..  | 15   | $c=3-10$  | + | 193,29—0,374 $c$                                |
| Cinchoténine, 1 vol. alcool 97 pour 100<br>et 2 vol. chloroforme ..... | 15   | $c=2$     | + | 115,5   |
| Codéine, alcool 97 pour 100.....                                       | 15   | $c=2$     | — | 635,8   |
| Conicine .....   | 15   | $d=0,873$ | + | 17,9  |
| Cuscouine, alcool 97 pour 100.....                                     | 15   | $c=2$     | — | 54,3  |
| Homocinchonidine, alcool 97 pour 100..                                 | 15   | $c=2$     | — | 109,3   |
| Laudanine, chloroforme .....   | 22,5 | $c=2$     | + | 13,5  |
| Laudanosine — .....  | 22,5 | $c=2$     | — | 56  |
| Morphine, hydrate, eau + 1 mol. Na <sup>2</sup> O.....                 | 22,5 | $c=2$     | — | 67,5  |
| Morphine, chlorhydrate, eau .....                                      | 15   | $c=1-4$   | — | 100,67—1,14 $c$                                 |
| — sulfate, eau.....  | 15   | $c=1-4$   | — | 100,47—0,96 $c$                                 |

# POUVOIRS ROTATOIRES POUR LA RAIE D. (suite).

| CORPS                                | TEMP. DE<br>l'observation | LIMITES<br>de<br>concentration | SIGNES | POUVOIRS ROTATOIRES<br>[ $\alpha$ ]D      |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------|---|
| <i>Alcaloïdes (suite)</i>            |                           |                                |        |   |
| Narcotine, alcool 97 pour 100.....   | 0                         |                                | —      | 85  |
| — eau + 2 mol. HCl.....              | 23,5                      | c = 0,74                       | +      | 42  |
| Nicotine.....                        | 20                        | c = 2                          | —      | 161,55                                    |
| — , alcool.....                      | 20                        | d = 1,08101                    | —      | 160,33—0,2236 q                           |
| — chlorhydrate, eau.....             | 20                        | q = 10—85                      | +      | 51,50—0,69319 q + 0,004238 q <sup>2</sup> |
| — acétate, eau.....                  | 20                        | q = 57—90                      | +      | 49,68—0,71899 q + 0,002542 q <sup>2</sup> |
| — sulfate, —.....                    | 20                        | q = 77—95                      | +      | 19,77—0,05911 q                           |
| Papavérine, —.....                   | 20                        | q = 30—90                      | +      | 4   |
| Paytine, alcool 97 pour 100.....     | 15                        | c = 2                          | —      | 49,5                                      |
| Quinamine, alcool.....               |                           | c = 0,4542                     | —      | 106,8                                     |
| Quinicine, chloroforme.....          | 15                        | c = 0,8378                     | +      | 44,1                                      |
| Quinidine, alcool 97 pour 100.....   | 15                        | c = 2                          | +      | 236,77—3,01 c                             |
| — chlorhydrate, eau.....             | 15                        | c = 1—3                        | +      | 205,83—4,328 c                            |
| — sulfate, eau.....                  | 15                        | c = 1—2                        | +      | 218—0,8 c                                 |
| Quinine. hydr. alc. 97 pour 100..... | 15                        | c = 2—8                        | +      | 145,2—0,657 c                             |
|                                      |                           | c = 1—10                       | —      |   |

|   |    |             |   |                                      |
|---|----|-------------|---|--------------------------------------|
| — sulfate monobasique, + 7 aq.,<br><i>eau</i> ..... | 15 | $c = 1-6$   | — | 164,85—0,01 $c$                      |
| — — acide + 5 aq. ....                              | 15 | $c = 2-10$  | — | 170,03—0,94 $c$                      |
| — — acide + 7 aq. ....                              | 15 | $c = 2-10$  | — | 155,69—1,136 $c$                     |
| Strychnine, alcool 80 pour 100. ....                |    | $c = 0,91$  | — | 128                                  |
| Thébaïne — 97 — .....                               | 15 | $c = 2$     | — | 216,6                                |
| <i>Sucres et glucosides</i>                         |    |             |   |                                      |
| Saccharose.....                                     | 20 | $p = 0-18$  | + | 66,5                                 |
| — .....   |    | $p = 18-69$ | + | 66,386+0,015035 $p$ —0,0003986 $p^2$ |
| — .....   | 15 | $c = 0-10$  | + | 68,65—0,828 $c$ +0,115415 $c^2$      |
| , alcool.....                                       | 15 | $c = 5$     | + | 66,7                                 |
| , eau + $\frac{1}{4}$ mol. Ca O .....               |    | $c = 10$    | + | 64,9                                 |
| , eau + $\frac{1}{2}$ — .....                       |    | —           | + | 61,3                                 |
| , eau + 1 — .....                                   |    | —           | + | 46,9                                 |
| , eau + 2 — .....                                   |    | —           | + | 51,8                                 |
| , eau + 1 mol. Na <sup>2</sup> O.....               |    | $c = 5$     | + | 66                                   |
| Saccharine.....                                     |    |             | + | 93,5                                 |
| Glucose cristallisé, eau.....                       | 20 | $p = 1-100$ | + | 17,73+0,015534 $p$ +0,0003883 $p^2$  |
| — .....   |    | $q = 9-92$  | + | 53,862+0,093194 $q$ +0,0003883 $q^2$ |
| — anhydre — .....                                   |    | $p = 1-100$ | + | 52,50+0,018796 $p$ +0,000517 $p^2$   |
| — — .....   |    | $q = 17-93$ | + | 58,698—0,1025 $q$ +0,0004271 $q^2$   |
| — de raisin — .....                                 | 15 | $c = 2,8$   | + | 51,78                                |
| — de salicine — .....                               |    | $c = 2,5$   | + | 51,80                                |
| — d'amyg. (+ aq.) eau .....                         |    | $c = 2$     | + | 49,25                                |
| Lévulose, eau .....                                 |    |             | — | 100—0,7 ( $t-15$ )                   |

# POUVOIRS ROTATOIRES POUR LA RAIE D (suite).

| CORPS                               | TEMP. DE l'observation | LIMITES de concentration | SIGNES | POUVOIRS ROTATOIRES $[\alpha]_D$ |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------|----------------------------------|
| <i>Sucres et glucosides (suite)</i> |                        |                          |        |                                  |
| Lactose, eau                        |                        | $c=0,36$                 | +      | $52,53+0,055 (t-20)$             |
| — tétracétylée                      |                        | $c=7,46$                 | +      | $50,1$                           |
| Maltose anhydre, eau                | 15-35                  | $p=5-35$                 | +      | $140,375-0,01837 p - 6,059 t$    |
| Galactose, eau                      | 10-30                  | $p=4,9-35,3$             | +      | $83,883+0,0785 p - 0,829 t$      |
| Mannite                             |                        |                          | —      | $0,15$                           |
| Nitromannite, alcool                |                        | $c=7,5$                  | +      | $40$                             |
| Quercite                            | 16                     | $c=1-10$                 | +      | $25,03$                          |
| Salicine                            | 15                     | $c=1-3$                  | —      | $65,17-0,63 c$                   |
| Phlorizine, alcool                  | 22,5                   | $c=1-5$                  | G      | $49,4+2,41 c$                    |
| Sucre interverti                    |                        | $c=17-21$                | —      | $27,9-0,32 t$                    |
| <i>Matières albuminoïdes</i>        |                        |                          |        |                                  |
| Albumine du sérum, eau              |                        |                          | —      | 56                               |
| — d'œuf NaCl saturé                 |                        |                          | —      | 64                               |
| — en solution diluée                |                        |                          | —      | 71                               |

|             |                        |         |
|-------------|------------------------|---------|
| —           | <i>sol. dil.</i> HCl.  | 87      |
| —           | <i>sol. dil.</i> NaHO. | 76      |
| Albuminate  | { alb. du sérum.       | 86      |
| de          | { alb. d'œuf.          | 47      |
| potassium   | { alb. coagulée.       | 58,5    |
|             | { caseine.             | 91      |
| Paralbumine | (kyste ov.)            | 59 à 64 |
| Syntonine   | <i>sol. dil.</i> HCl.  | 72      |
| Glutine     | .....                  | 130     |

e=6, 12

24

# ANCIENS POUVOIRS ROTATOIRES.

| COUPS   | TEMP. DE<br>l'observation | LIMITES<br>de<br>concentration | SIGNES | POUVOIRS<br>rotatoires<br>[ $\alpha$ ]D | INDICE<br>de<br>refraction(D) |
|---|---------------------------|--------------------------------|--------|---|-------------------------------|
| <i>Acides</i>                                 |                           |                                |        |   |                               |
| Acide arabique.....                           | 0                         | $c=5$                          | j      | $28,8$ à $46^{\circ},1$                 |                               |
| — aspartique s. HCl, 9,5 B <sup>6</sup> ..... | 22                        | $p=5,094$                      | j      | $27,68$                                 |                               |
| — s. AzH <sup>3</sup> 10 pour 100.....        |                           | $p=4,02$                       | j      | $11,67$                                 |                               |
| — s. NaHO diluée.....                         |                           |                                | j      | $2,2$                                   |                               |
| Asparagine s. HCl D 1,07.....                 | 22                        | $p=11,125$                     | j      | $34,4$                                  |                               |
| — s. NaHO 4,8 pour 100.....                   | 22                        | $p=17,9$                       | j      | $7,84$                                  |                               |
| — s. AzH <sup>3</sup> .....                   |                           |                                | j      | $11,18$                                 |                               |
| — s. AzO <sup>3</sup> H.....                  |                           |                                | j      | $35$ à $38,8$                           |                               |
| — s. ac. citrique.....                        |                           |                                | j      | $12,5$                                  |                               |
| Acide tartrique (Biot).....                   | 17                        | $p=35,7$                       | r      | $8,52$                                  |                               |
| — (Pasteur).....                              | 17                        | $p=35,7$                       | r      | $8,53$                                  |                               |
| Tartramide.....                               |                           |                                | j      | $133,9$                                 |                               |
| <i>Essences (Buignet)</i>                     |                           |                                |        |   |                               |
| Essence d'aspic.....                          | 12                        |                                | j      | $3,30$                                  | $1,468$                       |
| — de bergamote.....                           | 12                        | $d=0,868$                      | j      | $18,45$                                 | $1,462$                       |
| — de camomille.....                           | 12                        | $d=0,881$                      | j      | $48,80$                                 | $1,493$                       |
| — de carvi.....                               | 12                        | $d=0,916$                      | j      | $87,33$                                 | $1,478$                       |
|   |                           | $d=0,855$                      | j      | $88,88$                                 |                               |

|                                  |      |          |     |       |        |
|----------------------------------|------|----------|-----|-------|--------|
| de fenouil.....                  | 12   | d=0,984  | j + | 8,13  | 1,333  |
| de genièvre.....                 | 12   | d=0,879  | j - | 14,79 | 1,495  |
| de girofle.....                  | 12   | d=1,061  |     | 0     | 1,542  |
| de lavande.....                  | 12   | d=0,886  | j - | 21,2  | 1,467  |
| de menthe poivrée anglaise.....  |      | d=0,904  | j - | 34,29 | 1,469  |
| — française.....                 |      | d=0,904  | j - | 14,3  | 1,469  |
| — pouliot.....                   |      |          | j + | 25,07 |        |
| de muscade.....                  |      | d=0,874  | j + | 34,28 | 1,483  |
| de néroli.....                   |      |          | j + | 10,25 |        |
| de fleurs d'oranger du Midi..... |      | d=0,878  |     | 0     | 1,482  |
| de Paris.....                    |      | d=0,847  |     | 0     | 1,482  |
| d'oranges.....                   |      | d=0,887  |     | 0     | 1,477  |
| de petit-grain.....              |      |          | j + | 20,47 | 1,475  |
| de romarin.....                  |      | d=0,896  | j - | 14,67 | 1,514  |
| de santal citrin.....            |      | d=0,975  | j - | 24,3  | 1,541  |
| de sassafras.....                | 12   | d=1,087  | j + | 2,45  | 1,475  |
| de sauge.....                    |      | d=0,896  | j - | 8,93  | 1,476  |
| de térébenthine.....             |      | d=0,867  | j - | 43,5  | 1,483  |
| de thym.....                     |      | d=0,890  | j - | 11,23 |        |
| de copahu.....                   | 12   |          | j - | 17,33 |        |
| d'amandes amères.....            | 12   | d=1,059  |     | 0     | 1,550  |
| de cannelle de Chine.....        | 12   | d=1,064  |     | 0     | 1,593  |
| — de Ceylan.....                 | 12   | d=1,033  |     | 0     | 1,563  |
| <i>Essences (Gladstone) (1)</i>  |      |          |     |       |        |
| Essence d'anis.....              | 16,5 | d=0,9852 | -   | 0,41  | 1,5666 |

(1) Chiffres calculés d'après la formule, jaune voisin de D.

# ANCIENS POUVOIRS ROTATOIRES (suite).

| CORPS                               | TEMP. DE<br>l'observation | LIMITES<br>de<br>concentration | SIGNES | POUVOIRS<br>rotatoires<br>[ $\alpha$ ] <sub>D</sub> | INDICE<br>de<br>réfraction (D) |
|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------|---|--------------------------------|
| <i>Essences (Gladstone) (suite)</i> |                           |                                |        |   |                                |
| Essence de bois de rose.....        | 17                        | d = 0,9064                     | —      | <sup>0</sup><br>6,95                                | 1,1403                         |
| — de bouleau.....                   | 8                         | d = 0,9005                     | +      | 16,76   | 1,4921                         |
| — de cannelle.....                  | 19,5                      | d = 1,0297                     |        | 0   | 1,5748                         |
| — de citronnelle.....               | 21                        | d = 0,8908                     | —      | 1,76  | 1,4659                         |
| — de géranium de l'Inde.....        | 21,5                      | d = 0,9043                     | —      | 1,74  | 1,4714                         |
| — de girofle.....                   | 17                        | d = 1,0475                     | —      | 15,04   | 1,5312                         |
| — de limon (citron médicinal)...    | 16,5                      | d = 0,8498                     | +      | 76,44   | 1,4727                         |
| — d'écorce d'orange.....            | 20                        | d = 0,8509                     | +      | 14,84   | 1,4699                         |
| — de rose.....                      | 25                        | d = 0,8912                     | —      | 3,09  | 1,4627                         |
| — de Wintergreen.....               | 15                        | d = 1,1243                     | +      | 1,05  | 1,5278                         |
| — de cédrat.....                    | 18                        | d = 0,8514                     | +      | 71,05   |                                |
| — de muscade.....                   | 24                        | d = 0,883                      | +      | 20  |                                |
| <i>Alcaloïdes</i>                   |                           |                                |        |   |                                |
| Picrotoxine ( <i>alcool</i> ).....  |                           | p = 0,125                      | j      | 28,1  |                                |
| <i>Sucres</i>                       |                           |                                |        |   |                                |



|                                       |    |   |             |
|---------------------------------------|----|---|-------------|
| —                                     | 90 | — | 53          |
| Eucaline                              |    | + | 55          |
| Parasaccharose                        |    | + | 108         |
| Piuite                                |    | + | 58,6        |
| Hématoxyline                          |    | + | 92          |
| Amygdaline                            |    | — | 35,5        |
| Mycose                                |    | + | 173,2       |
| Méltose (+ 3 aq.)                     | 25 | + | 88          |
| Méltose anhydre                       | 20 | + | 94,1        |
| Méltose anhydre                       |    | + | 47,6        |
| Isodulcite                            |    | — | 46,9        |
| Sorbine                               |    | + | 199         |
| Tréhalose (+ 2 aq.)                   | 15 | + | 53          |
| Populine                              |    | — |             |
| <i>Matières albuminoïdes.</i>         |    |   |             |
| Chondrine sol. diluée NaHO            |    | — | 213,5       |
| Primovalbumine                        |    | — | 34,14       |
| Secundoalbumine                       |    | — | 52,7        |
| Leucozimase                           |    | — | 78,6        |
| Caséine (lait de vache) ac. acétique  |    | — | 99          |
| — carb. de soude                      |    | — | 110,7       |
| — ammoniacale                         |    | — | 116,7       |
| Lactalbumine                          |    | — | 62,6 à 66,6 |
| Galactozymase                         |    | — | 40,6        |
| Fibrine (bœuf) HCl                    |    | — | 72,5        |
| Gélatine                              |    | — | 167         |
| Osséine (HCl) [d'après M. A. Bechamp] |    | — | 411,6       |

## POUVOIR DIÉLECTRIQUE.

Un condensateur qui a une capacité électrique égale à C dans le vide acquiert une capacité KC quand on remplace le vide par une substance isolante solide, liquide ou gazeuse. Le facteur K s'appelle le *pouvoir diélectrique* de la substance employée.

### Tableau des pouvoirs diélectriques

| CORPS                    | POUVOIR diélectrique | AUTEURS    |
|--------------------------|----------------------|------------|
| Verre.....               | 2,8                  | Blondlot.  |
| Porcelaine.....          | 4,38                 | Curie.     |
| Ébonite.....             | 2,05                 | Rossetti.  |
| »                        | 3,15                 | Boltzmann. |
| »                        | 2,0                  | Thomson.   |
| Caoutchouc pur.....      | 2,16                 | Schiller.  |
| » vulcanisé.....         | 2,69                 | »          |
| Gutta.....               | 2,22                 | Gordon.    |
| Paraffine.....           | 2,29                 | Hopkinson. |
| Mica.....                | 8,0                  | Curie.     |
| »                        | 7,98                 | Bouty.     |
| Quartz parallèle.....    | 4,55                 | Curie.     |
| » perpendiculaire.....   | 4,49                 | »          |
| Spath parallèle.....     | 8,03                 | »          |
| » perpendiculaire.....   | 8,48                 | »          |
| Gypse.....               | 6,33                 | »          |
| Sel gemme.....           | 5,85                 | »          |
| Spath fluor.....         | 6,8                  | »          |
| Alun.....                | 6,4                  | »          |
| Eau.....                 | Env. 80              | Gouy.      |
| »                        | 78,87                | Franke.    |
| Sulfure de carbone.....  | 2,56                 | Quincke.   |
| Benzine.....             | 2,198                | Silow.     |
| »                        | 2,235                | Pérot.     |
| »                        | 2,189                | Negreano.  |
| Éther.....               | 4,8                  | Bouty.     |
| Air.....                 | 1,000590             | Boltzmann. |
| Acide carbonique.....    | 1,000936             | »          |
| Hydrogène bicarboné..... | 1,001312             | »          |
| Hydrogène.....           | 1,000264             | »          |

## UNITÉS C. G. S.

Dans le système d'unités mécaniques C. G. S. (centimètre-gramme-seconde) on prend pour unité de longueur le centimètre <sup>(1)</sup>, pour unité de temps la seconde sexagésimale de temps moyen et pour unité de masse la masse du gramme.

On prend pour mesure de la force  $f$  le produit de la masse  $m$  par l'accélération  $\gamma$ . On a donc

$$f = m\gamma.$$

L'unité de force a reçu le nom de *dyne*, c'est la force capable d'imprimer à la masse du gramme une accélération égale à l'unité, le centimètre et la seconde étant pris pour unités de longueur et de temps.

Ainsi, en un point du globe où l'accélération de la pesanteur a pour valeur 981, le poids d'un gramme vaut 981 dynes. La dyne est donc 981 fois plus petite que le poids du gramme; elle est un peu plus grande que 1 milligramme-poids.

L'unité C. G. S. de travail est le travail effectué par une force d'une dyne dont le point d'application se déplace d'un centimètre. Cette unité a reçu le nom d'*erg*.

Le kilogrammètre est égal à  $981 \times 10^5$  ergs.

Cette unité étant très petite, on a introduit une unité dite *pratique*, c'est le *joule*, qui est égal à  $10^7$  ergs = 10000000 ergs.

La puissance d'un moteur est le travail qu'il développe par seconde. Comme unité *pratique* de puissance on emploie le *watt*; le watt est la puis-

---

<sup>(1)</sup> Voir l'*Annuaire* de 1905.

sance d'un moteur qui développe un joule par seconde.

Les Tableaux suivants indiquent la correspondance des diverses unités qui servent à mesurer soit l'énergie soit la puissance. On y a adopté 423,5 pour équivalent, en kilogrammètres, de la grande calorie :

**Tableau de comparaison des unités d'énergie**

| NOM             | ERG              | JOULE     | KILOGRAM-MÈTRE        | GRANDE CALORIE          | PETITE CALORIE         |
|-----------------|------------------|-----------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
| Erg .....       | 1                | $10^{-7}$ | $1,019 \cdot 10^{-8}$ | $2,4061 \cdot 10^{-11}$ | $2,4061 \cdot 10^{-8}$ |
| Joule. ...      | $10^7$           | 1         | 0,1019                | $2,4061 \cdot 10^{-4}$  | 0,24061                |
| Kilogram-mètre. | $981 \cdot 10^5$ | 9,81      | 1                     | $2,3612 \cdot 10^{-3}$  | 2,3612                 |
| Grande calorie. | $415 \cdot 10^8$ | 4155      | 423,5                 | 1                       | 1000                   |
| Petite calorie. | $415 \cdot 10^5$ | 4,155     | 0,4235                | 0,001                   | 1                      |

**Tableau de comparaison des unités de puissance.**

| NOM.          | C. G. S.            | WATT      | CHEVAL                 |
|---------------|---------------------|-----------|------------------------|
| C. G. S. .... | 1                   | $10^{-7}$ | $1,359 \cdot 10^{-10}$ |
| Watt ... ..   | $10^7$              | 1         | $1,359 \cdot 10^{-3}$  |
| Cheval ....   | $735,75 \cdot 10^7$ | 735,75    | 1                      |

On voit que le cheval-vapeur est à peu près les  $\frac{3}{4}$  du kilowatt.

Le *Horse Power anglais* (HP) est de 75,9 kilogrammètres par seconde ou à peu près égal au cheval français.

Le *Poncelet* vaut 981 watts.

AUTRES UNITÉS DE PUISSANCE. — Certains industriels ont pris l'habitude d'employer d'autres unités de travail, dérivées des unités de puissance mécanique que nous venons de définir. Ce sont le *kilowatt-heure* (travail exécuté pendant une heure par une machine dont la puissance est de 1 kilowatt), et le *cheval-heure*.

| NOM.             | ERGS                  | JOULES    | KILOGRAM-<br>MÈTRES  |
|------------------|-----------------------|-----------|----------------------|
| Kilowatt-heure . | $36 \times 10^{12}$   | 3 600 000 | 366 8 $\frac{1}{10}$ |
| Cheval-heure ... | $2648 \times 10^{10}$ | 2 648 700 | 270 000              |

## ÉQUIVALENT MÉCANIQUE DE LA CHALEUR.

Pour produire une grande calorie, il faut dépenser un travail  $\mathcal{C}$ , lequel est l'équivalent en travail de la grande calorie. Joule a trouvé  $\mathcal{C} = 423,5$ ; M. Miculescu a trouvé  $\mathcal{C} = 426,7$ . Nous donnons, ci-après, le Tableau des valeurs trouvées par divers expérimentateurs. Ces valeurs sont relatives à la petite calorie (calorie-gramme) et exprimées en joules (1 joule =  $10^7$  ergs). La chaleur spécifique de l'eau variant quelque peu avec la température, on indique les températures auxquelles on a opéré.

### Équivalent mécanique de la petite calorie.

| VALEURS<br>EN JOULES | TEMPÉRA-<br>TURE | THERMO-<br>MÈTRE    | MÉTHODE    | VUTEUR                       |
|----------------------|------------------|---------------------|------------|------------------------------|
| 4, 18                | 55° à 60° F.     | à mercure           | mécanique  | Joule (1850)                 |
| 4, 212               | 5° C.            |                     |            |                              |
| 4, 189               | 15° C.           |                     |            |                              |
| 4, 173               | 25° C.           | à air               | mécanique  | Rowland (1880)               |
| 4, 173               | 35° C.           |                     |            |                              |
| 4, 186               | 10° à 13° C.     |                     |            |                              |
| 4, 198               | 13° C.           | à azote             | mécanique  | Miculescu (1892)             |
| 4, 187               | 25° C.           | à azote             | électrique | Griffiths (1895)             |
| 4, 183               | (1)              | à<br>hydro-<br>gène | mécanique  | Reynolds et<br>Moozly (1897) |
| 4, 205               | 5° C.            |                     | électrique |                              |
| 4, 184               | 15° C.           |                     |            |                              |
| 4, 175               | 25° C.           |                     |            |                              |
| 4, 172               | 35° C.           |                     |            |                              |
| 4, 173               | 45° C.           |                     |            |                              |
| 4, 176               | 55° C.           |                     |            |                              |
| 4, 181               | 65° C.           |                     |            |                              |
| 4, 187               | 75° C.           |                     |            |                              |
| 4, 193               | 85° C.           |                     |            |                              |
| 4, 198               | 95° C.           |                     |            |                              |
| 4, 183               | (1)              |                     |            |                              |

(1) Moyenne entre 0° et 100° C.

## UNITÉS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ABSOLUES.

Le système de mesures électriques le plus fréquemment employé est le système électro-magnétique absolu C. G. S.

Il doit son nom à ce que les phénomènes qui servent à le définir sont les phénomènes de l'électro-magnétisme et de l'induction; d'autre part, les grandeurs mécaniques qui interviennent (longueur, masse, temps et force) sont exprimées dans le système C. G. S.

On définit d'abord la masse magnétique. La force  $f$  qui s'exerce entre deux masses magnétiques  $\mu$  séparées par la distance  $r$  est

$$f = \frac{\mu^2}{r^2}.$$

Il s'ensuit (en faisant  $f = 1$  et  $r = 1$ ) que l'unité de *masse magnétique* est la masse qui exerce sur une masse égale, à la distance d'un centimètre, une force égale à une dyne.

Le champ magnétique  $h$  en un point situé à  $r$  centimètres d'une masse magnétique  $\mu$  est donné par la formule

$$h = \frac{\mu}{r^2}.$$

L'unité C. G. S. de *champ magnétique* est donc le champ qui a lieu à un centimètre de l'unité de masse magnétique : on lui a donné le nom de *Gauss*.

Un conducteur de longueur  $l$ , parcouru par un courant d'intensité  $i$  et situé dans un champ magné-

tique  $h$ , tend à se déplacer avec une force  $f$ . On a

$$f = lhi.$$

Il s'ensuit que l'intensité unité est celle qui a lieu dans un conducteur d'un centimètre de longueur, situé dans un champ égal à un gauss, lorsque l'action électromagnétique exercée est égale à une dyne.

L'unité C. G. S. de *force électromotrice* est la force électromotrice d'induction qui a lieu dans un conducteur d'un centimètre de longueur, qui se déplace perpendiculairement aux lignes de force d'un champ magnétique égal à un gauss, avec une vitesse d'un centimètre par seconde.

L'unité C. G. S. de *résistance* est la résistance d'un conducteur dans lequel la force électromotrice unité entretient un courant d'intensité égal à un.

UNITÉS PRATIQUES. — Les unités de force électromotrice et de résistance qui viennent d'être définies sont extrêmement petites. On a trouvé commode de leur substituer certains multiples que l'on appelle *unités pratiques* et qui sont les suivantes :

L'*ohm* égal à  $10^9$  unités électromagnétiques C. G. S. de résistance.

Le *volt* égal à  $10^8$  unités C. G. S. de force électromotrice.

L'*ampère* est l'intensité du courant entretenu par la force électromotrice d'un volt dans la résistance d'un ohm. L'ampère égale donc

$$\frac{10^8}{10^9} = 10^{-1} \text{ unités C. G. S.}$$

Si  $e$  est une force électromotrice exprimée en volts,  $r$  la résistance en ohms, on a pour l'intensité  $i$  ex-



primée en ampères

$$i = \frac{e}{t}.$$

Le *coulomb* est la quantité d'électricité qui passe par seconde quand l'intensité du courant est d'un ampère. On a donc :

$$1 \text{ coulomb} = 10^{-1} \text{ unités C. G. S. de quantité.}$$

Le *farad* est l'unité pratique de capacité. C'est la capacité d'un condensateur qui, chargé par la force électromotrice d'un volt, contiendrait un coulomb ;  $q$  étant la charge,  $c$  la capacité, on a

$$q = ce.$$

Il s'ensuit que le farad vaut  $10^{-9}$  unités de capacité C. G. S.

Le *microfarad* est la millionième partie du farad.

Un microfarad vaut donc  $10^{-15}$  unités de capacité C. G. S.

Dans l'industrie on emploie rarement le coulomb ; on se sert souvent de l'*ampère-heure* : on appelle ainsi la quantité d'électricité qui passe pendant 1 heure par un circuit où l'intensité de courant est d'un ampère. Un ampère-heure vaut donc 3600 coulombs.

Il ne suffisait pas d'inventer les définitions que nous venons de rappeler. Pour que le système de mesures électromagnétiques absolues devint pratique, il était nécessaire de réaliser ces définitions sous une forme concrète. Ce problème a été résolu par Gauss, Weber, Kirchhoff, lord Kelvin et leurs élèves.

Grâce aux travaux de ces physiciens on peut aujourd'hui se procurer, chez les constructeurs, des instruments tout gradués en valeur absolue : boîtes

de résistance graduées en ohms, condensateurs gradués en microfarads, éléments de piles étalonnés en volts.

Non seulement le système électromagnétique C. G. S. est universellement employé, mais il a reçu en France et dans beaucoup d'autres pays une sanction légale : il est seul et obligatoirement employé dans tous les contrats et marchés passés pour le compte de l'Etat.

Pour définir légalement les unités employées il a fallu remplacer leurs définitions par des étalons auxquels on pût se repérer : c'est ainsi que l'on avait procédé pour la définition légale du mètre et du kilogramme <sup>(1)</sup>.

Voici les principaux articles du Décret présidentiel, inséré au *Journal officiel* du 2 mai 1896 et dans le *Bulletin des Lois*, sur le Rapport du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes :

ART. 1. — Dans tous les marchés et contrats passés pour le compte de l'État, dans toutes les communications faites aux Services publics et dans les cahiers des charges dressés par eux, le Système international d'Unités électriques, tel qu'il est défini ci-après, sera seul et obligatoirement employé.

ART. 2. — L'unité électrique de *résistance*, ou OHM, est la résistance offerte à un courant invariable par une colonne de mercure à la température de la glace fondante, ayant une masse de  $14^{\text{gr}},4521$ , une section constante et une longueur de  $106^{\text{cm}},3$ .

ART. 3. — L'unité électrique d'*intensité*, ou AMPÈRE, est le dixième de l'unité électromagnétique de courant. Elle est suffisamment représentée, pour

---

(1) Voir l'*Annuaire* de 1905.

les besoins de la pratique, par le courant invariable qui dépose en une seconde  $0^{\text{sr}},001118$  d'argent.

ART. 4. — L'unité de *force électromotrice*, ou **VOLT**, est la force électromotrice qui soutient le courant d'un ampère dans un conducteur dont la résistance est un ohm. Elle est suffisamment représentée, pour les besoins de la pratique, par les  $0,6974$  ou  $\frac{1000}{1434}$  de la force électromotrice d'un élément Latimer Clark (*voir* p. 521).

Ces définitions pratiques sont conformes aux conclusions d'un Rapport approuvé par la Commission française des Unités électriques, le 7 mars 1896, et qu'on trouvera dans le *Journal officiel* du 2 mai 1896 et dans les *Annales télégraphiques* (3<sup>e</sup> série, t. XXIII, p. 42). Ce rapport, rédigé par M. J. Violle, contient un historique fort intéressant de la genèse de ces Unités électriques internationales qui jouent maintenant un rôle si important dans le développement des applications de l'Electricité.

---

## RELATIONS ENTRE LES MESURES ÉLECTROSTATIQUES ET ÉLECTROMAGNÉTIQUES. NOMBRE $\epsilon$ .

PAR M. G. LIPPMANN.

Une grandeur électrique, telle qu'une quantité d'électricité, une force électromotrice, peut se mesurer par deux méthodes distinctes, l'une statique, l'autre dynamique. Les résultats numériques obtenus sont différents, bien que ce soit la même quantité qui ait été mesurée.

La comparaison des résultats ainsi obtenus a été des plus fécondes : les physiciens en ont tiré les valeurs de la propagation des perturbations électriques, la théorie des ondes hertziennes, la télégraphie sans fil, la théorie électromagnétique de la lumière et l'électro-optique.

Pour mesurer statiquement une grandeur électrique on applique les lois de Coulomb, qui régissent les phénomènes de l'électrostatique.

On prend pour unité de masse électrique la masse qui exerce sur une masse égale, située à l'unité de distance, une force égale à une dyne.

L'unité de potentiel est le potentiel qui a lieu à un centimètre de distance de l'unité de masse : on a ainsi l'unité de force électromotrice.

L'unité d'intensité est l'intensité d'un courant qui transporte pendant une seconde une masse électrique égale à un.

L'unité de résistance est la résistance d'un circuit où la force électromotrice unité entretient un courant d'intensité égal à un. On a ainsi constitué un système appelé système électrostatique absolu C. G. S.

Pour mesurer dynamiquement une grandeur électrique, il suffit d'appliquer le système électromagnétique décrit plus haut (*voir* p. 507); l'électromagnétisme et l'induction sont des phénomènes de mouvement : l'électricité est un mouvement dans le circuit animé par un courant; la force électromotrice d'induction est proportionnelle à la vitesse imprimée au circuit induit.

Supposons, par exemple, que la grandeur à mesurer soit la force électromotrice d'une pile. Formons-la d'un nombre d'éléments tel que la différence du potentiel aux bornes soit égale à 300 volts, c'est-à-dire à  $3 \cdot 10^{10}$  unités électromagnétiques C. G. S., puisque le volt vaut  $10^8$  unités électromagnétiques C. G. S. D'autre part, si l'on mesure électrostatiquement la différence de potentiel entre les électrodes, on la trouve égale à une unité électrostatique C. G. S. Donc une unité électrostatique vaut  $3 \cdot 10^{10}$  unités électromagnétiques de force électromotrice.

Si, au lieu d'une force électromotrice, on avait opéré sur une quantité d'électricité, si l'on avait, par exemple, mesuré la charge d'une batterie dans les deux systèmes, on aurait retrouvé le même nombre  $3 \cdot 10^{10}$ . Une unité de quantité électromagnétique vaut  $3 \cdot 10^{10}$  unités de quantité électrostatique.

Ce rapport, qui sert à passer d'un système à l'autre, s'appelle le *nombre  $\nu$* . L'expérience a montré que l'on a  $\nu = 3 \cdot 10^{10}$  lorsque les unités fondamentales sont celles du système C. G. S.

Que deviendrait la valeur numérique du rapport  $\nu$

si, au lieu des unités C. G. S., on prenait d'autres unités fondamentales de masse, de longueur, de temps et de force?

Le raisonnement montre que cette valeur numérique change suivant une règle très simple : il faut transformer l'expression numérique de  $v$  comme s'il s'agissait d'une vitesse. Ainsi  $3.10^{10}$  centimètres égalent 300 000 kilomètres ; si l'on prenait le kilomètre pour unité de longueur à la place du centimètre on aurait  $v = 300\,000$ .

La vitesse de 300 000 kilomètres par seconde est sensiblement celle de la lumière. D'où la règle suivante :

*Quelles que soient les unités fondamentales adoptées, la valeur numérique de  $v$  est égale à celle de la vitesse de la lumière.*

REMARQUES. — On peut se demander pourquoi, une même grandeur étant mesurée dans deux systèmes absolus différents, les résultats ne sont pas égaux ; pourquoi leur rapport, au lieu d'être égal à l'unité, se trouve être égal à l'expression d'une certaine vitesse.

C'est que ce rapport, le nombre  $v$ , dépend uniquement du choix des unités de longueur et de temps, et par conséquent de vitesse. En effet, les phénomènes électrostatiques sont des phénomènes d'équilibre, dont les conditions sont indépendantes du temps ; il est possible de définir l'unité de potentiel en faisant abstraction de l'idée de temps.

Mais il n'en est pas de même de l'unité électromagnétique de force électromotrice, ni en général des phénomènes électromagnétiques ; ce sont des phénomènes de mouvement, où la vitesse intervient : c'est ainsi que l'unité de force électromotrice est définie par une vitesse imprimée à un circuit dans un champ magnétique. La vitesse inter-

venant dans l'un des termes du rapport, et non dans l'autre, ne s'élimine pas <sup>(1)</sup>.

Pour faire disparaître les différences des résultats numériques des mesures électrostatiques et électromagnétiques, il eût fallu choisir les unités de longueur et de temps de telle manière que l'unité de vitesse fût égale à la vitesse de la lumière. Si l'on gardait la seconde comme unité de temps, il faudrait prendre une unité de longueur égale à 300 000 kilomètres.

Ce choix d'unités, peu commode dans la pratique, facilite, au contraire, le calcul de phénomènes complexes, tels que la décharge d'un condensateur, où interviennent à la fois des grandeurs électrostatiques et électromagnétiques.

(1) On établit ainsi les formules de discussion suivantes. Pour le potentiel  $V$  on a

$$V = \frac{M}{L} = \sqrt{F},$$

la force  $F$  étant mesurée en unités arbitraires.

Pour la force électromotrice d'induction  $e$ , on a

$$e = \frac{L}{T} \sqrt{F}.$$

Donc  $\frac{e}{V} = \frac{L}{T}.$

## VITESSE DE PROPAGATION DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES.

Un signal télégraphique n'arrive pas instantanément à destination : il faut un temps fini pour qu'un courant de pile s'établisse dans toute l'étendue de la ligne. Le temps est si court, il est vrai, pour les lignes terrestres, que Fizeau et Gounelle ont dû inventer un dispositif spécial pour le mesurer (1850). Sur les lignes sous-marines, au contraire, le retard devient considérable, surtout quand le câble est très long. Le retard des signaux n'est que trop facile à constater sur les câbles transatlantiques.

Bien qu'il y ait retard, on ne peut pas attribuer à la propagation d'un signal télégraphique une vitesse déterminée; car le retard n'est pas proportionnel à la distance parcourue : il croît beaucoup plus vite, à peu près comme le carré de la distance.

De plus, le signal émis se déforme en cours de route. On ferme brusquement le courant à l'entrée d'un câble transatlantique; à la sortie, l'appareil récepteur accuse, au bout de quelques secondes, l'arrivée d'un courant qui, au lieu d'arriver brusquement, croît graduellement jusqu'à un maximum, puis décroît.

Si à l'entrée on produit, à une seconde d'intervalle par exemple, deux émissions de courant, afin d'obtenir deux signaux distincts, on reçoit à l'arrivée un signal unique : les deux ondes électriques se sont soudées en route, la tête de la deuxième rejoignant la queue de la première, et les deux signaux arrivent ainsi confondus. Lors des premiers essais du premier câble transatlantique les constructeurs constatèrent ce fait inattendu, et ils furent



bien près de désespérer d'une entreprise qui leur avait coûté un immense effort. Ils eurent l'heureuse idée de faire appel à Sir W. Thomson (lord Kelvin). Ce savant établit la théorie du phénomène; il résolut l'équation qui le régit et que l'on appelle *l'équation du télégraphiste*. Enfin, il montra pratiquement comment on peut inscrire à l'arrivée les signaux déformés et reconnaître ensuite les signaux primitifs émis à l'entrée du câble. Si l'on peut aujourd'hui faire usage du câble transatlantique on le doit à lord Kelvin.

Ainsi, dans le cas de signaux télégraphiques, il n'y a pas de vitesse de propagation. Il est cependant possible de produire, à l'entrée d'un fil, une perturbation qui se propage ensuite sans déformation avec une vitesse déterminée, à condition de faire naître à l'entrée du fil une perturbation électrique par un dispositif approprié. Lorsqu'un condensateur se décharge à travers un circuit métallique, de un ou de plusieurs mètres de longueur, la décharge est oscillatoire : le courant de décharge change de signe très rapidement, cent millions de fois en une seconde, par exemple. Vient-on à mettre le circuit de décharge en relation avec un des bouts d'un fil de ligne, ce dernier est parcouru par une perturbation électrique qui s'y propage avec la vitesse de 300 000 kilomètres par seconde.

Cette fois encore, la théorie a devancé l'expérience. G. Kirchhoff (1857) a prévu le phénomène par l'analyse; il a montré que la vitesse de propagation devait être égale au nombre  $v$ , par conséquent égale à la vitesse de la lumière. L'expérience est venue, plus tard, confirmer cette prévision à la suite de la découverte des ondes hertziennes.

On se demandera peut-être pourquoi la loi du phénomène est différente suivant que l'excitation au début est produite par un courant de pile, ou bien

par la décharge d'une batterie. Une comparaison hydraulique peut aider à faire comprendre cette différence.

L'électricité de la pile se précipite dans le fil de la ligne comme l'eau se précipite dans un canal vide lorsqu'on ouvre la vanne d'entrée : le flot se propage en s'étalant; plus il s'étale, plus il se déforme, et, d'autre part, plus il reste étalé, plus il chemine lentement. Il y a donc déformation et il n'y a pas de vitesse constante. C'est ainsi qu'une crue se propage dans le lit d'un fleuve.

Lorsque l'excitation est due à la décharge d'une batterie, le phénomène est analogue à la propagation du son. On frappe d'un coup de marteau la vanne d'entrée d'un canal rempli d'eau : l'onde sonore se propage avec une vitesse indépendante de l'amplitude du mouvement; le déplacement peut être insignifiant, la dénivellation insensible, l'accélération est considérable puisque le coup est brusque; ce qui voyage, dans ce cas, c'est une force vive qui se transmet de couche en couche grâce à l'élasticité et à l'inertie de l'eau. De même, la perturbation électrique se propage d'une tranche à l'autre du fil suivant la loi de l'induction : l'énergie électromagnétique se transmet de proche en proche, comme l'énergie mécanique dans le cas du mouvement sonore.

## VITESSE DE L'ÉLECTRICITÉ.

La vitesse apparente de transmission d'une manifestation électrique dépend non seulement des conditions dans lesquelles se trouvent les conducteurs, mais encore de la nature des phénomènes qu'on transmet et de la source d'électricité employée.

Lorsqu'il s'agit de la transmission télégraphique d'un courant, l'expérience prouve qu'elle est très complexe; en même temps que les phénomènes de courants continus, elle met en jeu des phénomènes électrostatiques; aussi trouve-t-on pour la vitesse apparente de propagation (corrigée du retard mécanique du transmetteur) des chiffres qui diminuent d'autant plus que la capacité électrostatique du conducteur, par unité de longueur, est plus grande. Dans les fils aériens, dont la capacité est très faible, on a obtenu :

Kilomètres  
par seconde.

|                |                |                      |
|----------------|----------------|----------------------|
| 180 000.....   | fil de cuivre. | } MM. Fizeau et Gou- |
| 100 000.....   | fil de fer.    |                      |
| 200 à 250 000. | »              | nelle, 1850.         |
|                |                | W. Siemens, 1875.    |

Avec les câbles souterrains ou sous-marins, la vitesse apparente de transmission des signaux tombe à quelques milliers de kilomètres par seconde.

Il n'y a donc pas, à proprement parler, de vitesse de l'électricité en ce qui concerne les transmissions de signaux télégraphiques : les deux éléments dont elle dépend (résistance et capacité du conducteur) étant assujettis à des conditions pratiques et économiques variables dans chaque cas.

Mais la théorie des phénomènes perturbateurs est assez bien établie pour qu'on puisse, dans une installation donnée, prévoir toutes les circonstances de la transmission des signaux.

On construit même, pour l'essai des appareils transmetteurs et récepteurs, des câbles artificiels (formés de résistances et de condensateurs) qui reproduisent, dans la proportion voulue, tous les phénomènes qui entravent la propagation des courants discontinus et en diminuent la vitesse apparente.

Si, au lieu d'un courant électrique issu d'une pile, on emploie des décharges électrostatiques, la vitesse apparente de transmission est plus grande : elle paraît même, sous certaines conditions particulières, devenir indépendante de la nature du conducteur et converger vers la vitesse de la lumière. Ainsi Wheatstone, qui, le premier, est parvenu à mesurer la vitesse d'une décharge électrique à l'aide du miroir tournant (1838), a trouvé 460 000 kilomètres à la seconde. Ce chiffre (probablement beaucoup trop fort) ne doit être cité que pour mémoire. Mais, récemment, M. Blondlot, à l'aide d'un dispositif très ingénieux, a trouvé, avec un fil de cuivre de 3<sup>mm</sup> de diamètre et de 1821<sup>m</sup> de longueur, le chiffre 298 000<sup>km</sup>, nombre sensiblement égal à celui de la vitesse de la lumière.

# FORCES ÉLECTROMOTRICES DES PILES ÉTALONS EN VOLT DIT LÉGAL

| ÉTALON                | COMPOSITION DU COUPLE   | FORCE électro-motrice         |
|-----------------------|---|-------------------------------|
| Sir W. Thomson.       | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zinc.....} \\ \text{Solut. sat. de ZnSO}^4. \\ \text{Solut. sat. de CuSO}^4. \\ \text{Cuivre.....} \end{array} \right\}$  | $1^{\text{volt}}, 074$        |
| Daniell et Flemming.. | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zinc.....} \\ \text{Solut. sat. de ZnSO}^4 \\ \text{avec cristaux.....} \\ \text{Solut. sat. de CuSO}^4 \\ \text{avec cristaux.....} \\ \text{Cuivre.....} \end{array} \right\}$  | $1,08$<br>à $20^{\circ}$ C.   |
| Latimer Clark...      | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Zinc.....} \\ \text{Sol. sat. de ZnSO}^4 \text{ avec} \\ \text{cristaux de ZnSO}^4.. \\ \text{Solut. sat. de Hg}^2\text{SO}^4. \\ \text{Mercure.....} \end{array} \right\}$       | $1,4328$<br>à $15^{\circ}$ C. |
| Au cadmium ....       | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cadmium.....} \\ \text{Solut. sat. de CdSO}^4 \\ \text{avec cristaux.....} \\ \text{Solut. sat. de Hg}^2\text{SO}^4. \\ \text{Mercure.....} \end{array} \right\}$                 | $1,0186$                      |
| Weston .....          | $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cadmium.....} \\ \text{Sol. de CdSO}^4 \text{ sat. à } 4^{\circ} \\ \text{Sol. sat. de Hg}^2\text{SO}^4 \text{ avec} \\ \text{cristaux de Hg}^2\text{SO}^4. \end{array} \right\}$ | $1,0190$                      |

A la température  $t$  on a la force électromotrice suivante :

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Élément} & \left\{ \right. & E_t = 1,0186 - 0,000038(t - 20^{\circ}) \\
 \text{au cadmium....} & \left\{ \right. & - 0,00000065(t - 20^{\circ})^2. \\
 \text{Élément} & \left\{ \right. & E_t = 1,4328 - 0,00119(t - 15^{\circ}) \\
 \text{Latimer Clark ..} & \left\{ \right. & - 0,000007(t - 15^{\circ})^2.
 \end{array}$$

## FORCES ÉLECTROMOTRICES ÉVALUÉES EN VOLT DIT LÉGAL.

## Couples usuels (d'après L. Clark et R. Sabine).

*Deux liquides.*

| NOMS             | COMPOSITION DU COUPLE |                           |  |         | FORCE électromotrice |
|------------------|-----------------------|---------------------------|--|---------|----------------------|
|                  | Zinc amalgamé         | 1 acide sulfur.<br>4 eau  | Sulfate de cuivre saturé<br>Id.              | cuivre  |                      |
| Daniell.....     |                       | 1 acide sulfur.<br>12 eau |  | Id.     | 1,068                |
| "                | Id.                   |                           |  | Id.     | 0,967                |
| "                | Id.                   | Id.                       | Nitrate de cuivre saturé                     | Id.     | 0,989                |
| Marié-Davy.....  | Id.                   | Id.                       | Pâte de protosulfate de mercure et d'eau     | charbon | 1,508                |
| Bunsen.....      | Id.                   | Id.                       | Acide nitr. fumant                           | Id.     | 1,942                |
| "                | Id.                   | Id.                       | Id. (D=1,38)                                 | Id.     | 1,866                |
| Grove.....       | Id.                   | 1 acide sulfur.<br>4 eau  | Id. fumant                                   | platine | 1,934                |
| Poggendorff..... | Id.                   | 1 acide sulf.<br>12 eau   | 12 bichromat. de potasse<br>25 acide sulfur. | charbon | 2,006                |

## FORCES ÉLECTROMOTRICES ÉVALUÉES EN VOLT DIT LÉGAL.

**Couples usuels.***Un liquide.*

| NOMS.              | COMPOSITION DU COUPLE. |                                 | FORCE électromotrice. |
|--------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|
|                    |                        |                                 |                       |
| Volta.....         | Zinc                   | Eau ordinaire                   | 1,00 env.             |
| Leclanché.....     | Zinc amalgamé          | Solution de sel ammoniac        | 1,465 (*)             |
| Warren de la Rue.. | Zinc                   | Id.                             | 1,02                  |
| Poggendorff.....   | Zinc amalgamé          | Sol. de chromate de potasse     | 1,084 (*)             |
|                    |                        | Cuivre                          |                       |
|                    |                        | Charbon et bioxyde de manganèse |                       |
|                    |                        | Argent et chlorure d'argent     |                       |
|                    |                        | Charbon                         |                       |

(\*) D'après L. Clark et R. Sabine.

## COUPLES THERMO-ÉLECTRIQUES.

Force électromotrice, entre 0° et 100°, du couple formé par le cuivre avec l'un des métaux ou corps suivants. Le courant va du cuivre au corps considéré, à travers la soudure chaude, si la force électromotrice est positive; du corps au cuivre, si elle est négative.

(D'après M. Ed. Becquerel.)

| Corps.  | Force<br>électromotrice<br>en millièmes<br>de volt. |
|---|---|
| Tellure.....                                    | +42,905   |
| Sulfure de cuivre fondu { maxim..               | +35,186   |
| } moyenne                                       | +19,472   |
| Antimoine et cadmium (à équivalents égaux)..... | +22,994   |
| Antimoine et zinc (à équivalents égaux).....    | + 9,687   |
| Antimoine ordinaire.....                        | + 1,513   |
| Fer (fil du commerce).....                      | + 1,020   |
| » autre fil.....                                | + 0,724   |
| Cadmium ordinaire fondu.....                    | + 0,035   |
| Argent en fil.....                              | + 0,028   |
| Zinc ordinaire fondu.....                       | - 0,019   |
| » autre échantillon.....                        | - 0,040   |
| Platine en fil.....                             | - 0,097   |
| » autre échantillon.....                        | - 0,406   |
| Charbon de cornue.....                          | - 0,152   |
| Étain ordinaire.....                            | - 0,158   |
| Plomb ordinaire.....                            | - 0,201   |
| Mercure.....                                    | - 0,519   |
| Palladium en fil.....                           | - 0,881   |
| Maillechort en fil.....                         | - 1,353   |
| Nickel en fil.....                              | - 1,751   |



| Corps.                            | Force<br>électromotrice<br>en millièmes<br>de volt. |
|-----------------------------------|---|
| Cobalt en fil.....                | — 2,405   |
| Bismuth ordinaire.....            | — 4,198   |
| 10 bismuth<br>1 antimoine } ..... | — 6,655   |

La force électromotrice du couple formé avec deux corps du Tableau s'obtiendrait en retranchant l'un de l'autre les deux nombres correspondants. Ainsi le couple formé de tellure et de bismuth aurait pour force électromotrice

$$+ 42,905 - (- 4,198) = 47,103 \text{ millièmes de volt,}$$

1 volt vaudrait  $\frac{1000}{47,103} = 21,23$  couples tellure-bismuth.

### Température neutre.

Les données précédentes supposent essentiellement que l'une des soudures est à zéro, l'autre à 100°. Si l'on fait varier la température de ces deux soudures de manière à maintenir constante leur différence, la force électromotrice du couple ne demeurerait pas constante : la variation, faible pour beaucoup de couples, est rapide pour quelques-uns, comme le couple fer-cuivre. La variation peut aller jusqu'à l'annulation et ensuite l'inversion de la force électromotrice ; le courant thermo-électrique devient nul, puis change de sens.

Pour chaque couple, il existe une température critique, nommée *température neutre*, où s'effectue cette inversion. Le phénomène a lieu lorsque la moyenne des températures des deux soudures atteint cette température neutre, qui est de 276° pour le couple fer-cuivre précité.

# RÉSISTANCE DES MÉTAUX ET ALLIAGES.

| NATURE<br>du métal ou de l'alliage. | RÉSISTANCE EN OHM DIT LÉGAL<br>d'une longueur de 10 mètres. |                                  | COEFFICIENT<br>de variation de résistance<br>pour 1 degré vers 20°. |
|-------------------------------------|---|----------------------------------|---|
|                                     | Section<br>de 1 <sup>mm</sup> carré.                        | Diamètre<br>de 1 <sup>mm</sup> . |   |
| Argent recuit.....                  | 0,1492  | 0,1900                           | 0,00377 à 0,00405 (1)   |
| » écroui.....                       | 0,1620  | 0,2062                           |   |
| Cuivre recuit.....                  | 0,1584  | 0,2017                           | 0,00388   |
| » écroui.....                       | 0,1620  | 0,2063                           | 0,00365   |
| Or recuit.....                      | 0,2041  | 0,2599                           |   |
| » écroui.....                       | 0,2077  | 0,2645                           | 0,00390 (2)   |
| Aluminium recuit.....               | 0,2889  | 0,3679                           |   |
| Platine.....                        | 0,8982  | 1,1435                           | 0,00247 (2)   |
| Fer.....                            | 0,9638  | 1,227                            | 0,00463 (2)   |
| Nickel.....                         | 1,236   | 1,573                            | 0,000887 (3)  |
| Mercuré.....                        | 9,434   | 12,012                           |   |
| 2 or + 1 argent.....                | 1,078   | 1,372                            | 0,00065   |
| Mallechort.....                     | 2,076   | 2,643                            | 0,00044 à 0,00028 (3)   |
| 9 platine + 1 iridium.....          | 2,163   | 2,754                            | 0,00133 (1)   |
| 2 platine + 1 argent.....           | 2,419   | 3,080                            | 0,00024 à 0,00027 (3)   |

Les nombres sans indication ont été déduits des expériences de M. Matthiessen.

Un ohm vaut donc 63,13 de fil de cuivre recuit de 1<sup>mm</sup> carré de section. Ou bien, 49,58 de fil de cuivre recuit de

**REMARQUE****sur le Tableau précédent.**

Le carbone (filament des lampes à incandescence) a une résistance 52 fois plus grande que celle du mercure ; sa résistivité *décroît* de  $\frac{1}{2000}$  environ de sa valeur quand la température s'élève de 1 degré.

On emploie, pour la construction de boîtes de résistance, certains alliages dont le coefficient de température est très faible : tel le *constantan* (58 Cuivre, 41 Nickel, 1 Manganèse) qui a pour coefficient de température 0,00003.

# TABLEAU DES RÉSISTANCES ÉLECTRIQUES

d'un centimètre cube de diverses dissolutions aqueuses  
pris à 18° Centigrades exprimées en ohms.

| SUBSTANCES                                | RÉSISTANCE | SUBSTANCES                    | RÉSISTANCE |
|---|------------|-------------------------------|------------|
| <i>Acide sulfurique</i>                   |            | <i>Acide chlorhydrique</i>    |            |
| H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> . 5 p. 100 | 4,834      | (suite)                       |            |
| 10  | 2,574      | HCl... 30 p. 100              | 1,52       |
| 20  | 1,545      | 40                            | 1,95       |
| 30  | 1,365      | <i>Chlorure de sodium</i>     |            |
| 40  | 1,483      | NaCl... 5 p. 100              | 15,0       |
| 50  | 1,866      | 10                            | 8,33       |
| 60  | 2,705      | 15                            | 6,14       |
| 70  | 4,677      | 20                            | 5,15       |
| 80  | 9,143      | <i>Hydrate de potasse</i>     |            |
| 85  | 10,300     | KOH... 5,36 p. 100            | 5,49       |
| 90  | 9,389      | <i>Sulfate de cuivre</i>      |            |
| 99,4                                      | 118,000    | Cu SO <sup>4</sup> . 5 p. 100 | 53,30      |
| 99,9                                      | 7,120      | 10                            | 31,45      |
| <i>Acide azotique</i>                     |            | 15                            | 23,89      |
| HAzO <sup>3</sup> . 6,2 p. 100            | 3,226      | 17,5                          | 21,94      |
| 18,6                                      | 1,461      | <i>Sulfate de zinc</i>        |            |
| 31  | 1,289      | Zn SO <sup>4</sup> . 5 p. 100 | 52,70      |
| 62  | 2,031      | 10                            | 31,34      |
| <i>Acide chlorhydrique</i>                |            | 20                            | 21,49      |
| HCl... 5 p. 100                           | 2,555      | 25                            | 20,96      |
| 10  | 1,599      |                               |            |
| 20  | 1,323      |                               |            |

## ÉLECTRO-OPTIQUE.

L'étude comparative du phénomène d'électricité statique et dynamique a conduit à la considération d'un coefficient  $\nu$  qui, empiriquement d'abord, théoriquement par la suite, a été trouvé égal sensiblement à la vitesse de la lumière; c'est le rapport des évaluations d'une même quantité d'électricité dans les systèmes électrostatique et électromagnétique. (*Voir la Notice sur la Corrélation des phénomènes d'électricité, etc., Annuaire de 1893, page B.73.*)

Les chiffres suivants montrent que l'écart des déterminations est devenu de plus en plus petit à mesure que les méthodes ont été perfectionnées et que le chiffre définitif converge vers la valeur de la vitesse de la lumière :

|       |                       | $\nu$ en milliers<br>de kilomètres<br>par seconde. |         |
|-------|-----------------------|--|---------|
| 1856. | Weber et Kohlrausch.. | 299,6  | à 322,6 |
| 1868. | Maxwell.....          | 280,3  | 290,7   |
| 1869. | W. Thomson et King... | 271,4  | 288,0   |
| 1879. | Ayrton et Perry.....  | 295,2  | 297,5   |
| 1881. | Stoletow.....         | 298,0  | 300,0   |
| 1886. | Klemencie.....        | 300,9  | 301,8   |
| 1888. | Himstedt.....         | 300,6  | 301,5   |
| 1891. | J.-J. Thomson.....    | 299,55   |         |
| 1891. | Pellat.....           | 300,78   |         |
| 1892. | Abraham.....          | 299,2  |         |

D'après les idées de Maxwell, ce rapport  $\nu$  ne serait autre que la vitesse de propagation de l'induction électromagnétique dans l'air. Les expériences de MM. Sarasin et de La Rive démontrent en outre que la vitesse des décharges oscillantes très rapides

le long d'un fil métallique est la même. Le chiffre obtenu par M. Blondlot en 1890, à savoir 297,6, est une confirmation de cette idée théorique.

Ces résultats curieux sont dus à l'application judicieuse de la méthode expérimentale imaginée par M. Herz; cette méthode consiste à utiliser les décharges oscillantes d'un condensateur comme source de courants alternatifs à période extraordinairement courte (plusieurs millions par seconde). Ces courants déterminent, *par induction*, des états électriques périodiques dans les milieux et à la surface des conducteurs environnants et permettent d'obtenir des interférences électriques tout à fait semblables aux interférences lumineuses : l'induction se propage donc par ondes vibratoires.

De là la conclusion que l'électricité et la lumière sont des agents de même nature; que leur mécanisme, leur vitesse de propagation et leur siège, l'*éther*, sont les mêmes; les expériences citées plus haut confirment quantitativement cette assimilation hardie.

## ÉQUIVALENTS ÉLECTROCHIMIQUES

des corps simples;

PAR M. A. CORNU.

---

L'*électrolyse*, ou la décomposition par un courant électrique d'un composé chimique amené à l'état fluide, fournit des méthodes exactes et pratiques pour le dosage et la séparation d'un grand nombre de métaux. Ces méthodes sont fondées sur les lois électrochimiques de Faraday.

*Première loi.* — Lorsqu'un composé métallique (*électrolyte*) est traversé par un courant amené par deux *électrodes* inattaquables, le métal se dépose sur l'électrode négative (*cathode*), l'élément halogène sur l'électrode positive (*anode*) : le poids du dépôt est proportionnel au temps et à l'intensité du courant.

*Deuxième loi.* — Si le même courant traverse successivement divers électrolytes, les poids des éléments déposés simultanément sont respectivement proportionnels à leurs équivalents chimiques et à la quantité d'électricité transportée par le courant.

La vérification et l'utilisation de ces lois exigent certaines précautions pratiques : elles tendent toutes à obtenir des dépôts adhérents à l'électrode, condition nécessaire pour que la mesure de la quantité déposée soit bien égale à l'augmentation de poids de cette électrode.

Les précautions qui permettent d'atteindre ce but sont assez minutieuses et varient suivant l'élément (généralement un métal) qu'il s'agit de doser.

Toutefois, trois conditions générales dominent l'usage de la méthode électrolytique :

1° L'électrolyte est constitué par une solution très étendue : il ne doit contenir que quelques millièmes du métal à doser ;

2° La *densité* du courant électrolyseur (c'est-à-dire l'intensité du courant par unité de surface de la cathode) doit être très faible, à savoir quelques milliampères par centimètre carré : autrement le dépôt est grenu et non adhérent ; on doit donc prélever le courant sur les deux pôles d'une batterie présentant un faible *voltage*, c'est-à-dire maintenir une faible différence de potentiel entre les électrodes qui amènent le courant ;

3° Le *voltage* employé ne doit pas être inférieur à un certain minimum au-dessous duquel le dépôt métallique ne se forme plus.

La considération du *voltage* permet d'évaluer sous une autre forme les meilleures conditions de l'électrolyse en précisant la valeur de la différence de potentiel à maintenir entre les deux électrodes : cette différence est généralement supérieure à 1 volt et inférieure à 4 volts.

Les deux modes d'évaluation sont pratiquement équivalents à cause de l'identité presque complète comme surface et comme résistance des appareils employés pour ces expériences.

L'élévation de température de l'électrolyte rend plus rapide le dépôt du métal.

Telles sont les conditions purement physiques nécessaires à la bonne conduite d'une opération. Les conditions chimiques les plus favorables sont beaucoup plus complexes et dépendent essentiellement du métal à doser : suivant les cas, les liquides peuvent être acides, neutres ou alcalines.



Certains acides organiques (acides acétique, oxalique, tartrique, citrique), d'une part; d'autre part, les monosulfures alcalins, facilitent certaines électrolyses délicates.

La combinaison du métal sous forme de sels doubles alcalins est souvent très avantageuse : ainsi l'emploi des cyanures doubles alcalins a constitué, dès 1840, le procédé Ruolz pour les dépôts galvaniques de l'or, de l'argent et du cuivre. Nous renvoyons aux traités spéciaux pour de plus amples détails.

La méthode électrolytique, utilisée surtout pour le dosage des métaux qui se déposent sur la cathode, se prêterait également au dosage de certains éléments halogènes susceptibles de se combiner à l'anode. Ainsi on a proposé de doser l'iode des iodures en employant comme anode une lame d'argent : il se forme de l'iodure d'argent assez adhérent pour qu'on puisse le peser quand l'électrolyse est complète.

Enfin l'électrolyse, convenablement conduite, constitue une méthode de séparation qualitative et quantitative de métaux existant dans une même solution. L'artifice le plus élégant consiste à utiliser la différence de voltage minimum nécessaire pour commencer le dépôt de chaque métal.

Ainsi on sépare l'argent du cuivre en décomposant la solution nitrique légèrement acide d'abord sous une différence de potentiel de 1,3 à 1,4 volt : l'argent se dépose complètement et tout le cuivre reste dans la liqueur. On remplace alors l'électrode argentée par une lame nouvelle et l'on continue l'opération avec un voltage de 3 à 4 volts; le cuivre se dépose à son tour.

L'électrolyse n'est pas seulement utilisée pour les opérations délicates des laboratoires : l'indus-

trie s'en est emparée et une foule d'usines métallurgiques l'emploient soit pour la préparation de métaux purs (cuivre, aluminium, etc.), soit pour le traitement de minerais, mattes ou résidus d'opérations antérieures. La méthode électrolytique est donc à tous les points de vue d'une importance croissante.

La dépense d'électricité nécessaire à la séparation d'un poids donné d'un corps simple est prévue par la seconde loi de Faraday; indépendante des dispositifs employés, elle ne dépend que de l'équivalent chimique de cet élément. Cet *équivalent* ne coïncide, en général, ni avec les anciens nombres proportionnels, ni avec les poids atomiques, ni avec les équivalents thermiques : mais il en est un multiple ou un sous-multiple simple, variable même avec la nature du composé : de là la nécessité de lui donner un nom particulier, celui d'*équivalent électrochimique*. On appelle donc ÉQUIVALENT ÉLECTROCHIMIQUE *d'un corps simple, entrant dans une combinaison bien définie, le poids de ce corps séparé par le passage de l'unité de quantité d'électricité.*

On sait que l'unité pratique de quantité d'électricité est celle qui circule pendant une seconde dans le courant d'un ampère; on la nomme *coulomb*. On peut donc déterminer l'équivalent électrochimique des corps simples par une méthode purement physique, indépendante de la connaissance de leur poids atomique : il suffit, pour cela, de mesurer le poids du corps électrolysé et la quantité d'électricité employée et d'en prendre le rapport. On vérifie que, conformément à la loi de Faraday, ces équivalents sont proportionnels aux poids atomiques; mais le facteur de proportionnalité, toujours réductible à un rapport simple, varie suivant

la nature du corps et de la combinaison où il est engagé.

Il est inutile de faire ressortir l'importance extrême de cette loi, qui établit un lien intime entre les phénomènes chimiques et électriques.

La Table suivante, donnant les équivalents électrochimiques des principaux corps simples, est empruntée au *Traité d'Analyse chimique quantitative par électrolyse*, de M. J. Riban.

Voici comment elle a été calculée :

Le point de départ est la valeur du *coulomb* : elle est fournie par la définition pratique de l'*ampère* adoptée au Congrès de Chicago (voir p. 508).

Le courant d'un ampère est celui qui réduit 0<sup>sr</sup>,001118 d'argent. Admettant que le poids atomique de l'argent (considéré au point de vue chimique comme *monovalent*) est 107,67 <sup>(1)</sup>, l'hydrogène étant 1, on en conclut, d'après la deuxième loi de Faraday, que pendant une seconde un coulomb met en liberté le poids d'hydrogène (corps simple *monovalent*) représenté par

$$\frac{0^{\text{sr}},001118}{107,67} = 0^{\text{sr}},000010384.$$

Tel est le facteur par lequel il faut multiplier le poids atomique monovalent de chaque corps simple pour obtenir la quantité exprimée en grammes déposée par un coulomb pendant une seconde.

C'est le nombre qui figure dans la dernière colonne des Tableaux (p. 538).

---

(1) Les valeurs des poids atomiques de cette Table diffèrent quelquefois de celles données dans la Table (p. 628), mais les différences sont insignifiantes et sont de l'ordre de l'incertitude des déterminations.

*Tarage électrochimique des ampèremètres.* — Inversement, de la quantité de métal déposé pendant un temps donné, on peut en conclure l'intensité, exprimée en ampères, du courant électrolyseur.

Cette méthode, très employée dans les laboratoires industriels d'électricité, fournit des résultats très précis lorsque le dépôt de métal atteint plusieurs grammes. Il suffit, pour obtenir ce résultat, de prolonger l'électrolyse en maintenant le courant aussi constant que possible à l'aide d'un rhéostat convenable. D'autre part, pour que le dépôt soit régulier, il est bon que la solution métallique conserve la même composition pendant toute la durée de l'opération, malgré le dépôt du métal; on remplit cette condition en employant une *anode soluble*, c'est-à-dire une électrode positive formée du même métal que celui de la solution électrolysée. Par cet artifice (emprunté à la galvanoplastie), il se dissout autant de métal à l'anode qu'il s'en dépose sur la cathode : la composition chimique du bain demeure ainsi invariable.

Les constantes utilisables pour le tarage des ampèremètres se déduiraient de la dernière colonne du Tableau en les multipliant par 60 ou par 3600 pour avoir le poids du métal déposé par le courant d'un ampère pendant une minute ou pendant une heure. Voici les nombres qui correspondent aux sels d'argent et aux sels cuivriques, solutions exclusivement employées à cet usage :

*Courant d'un ampère.*

|                   | Par minute.             | Par heure.            |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| Argent réduit.... | 0 <sup>gr</sup> , 06708 | 4 <sup>gr</sup> , 025 |
| Cuivre réduit.... | 0 <sup>gr</sup> , 01968 | 1 <sup>gr</sup> , 181 |

Une simple *règle de trois* permet de calculer en ampères l'intensité du courant électrolyseur d'après le poids du métal recueilli et le temps de l'électrolyse.

*Table des équivalents électrochimiques.* — La définition de l'équivalent électrochimique donnée ci-dessus est une *définition absolue*, puisqu'elle est rapportée à l'*unité absolue* d'électricité, le *coulomb*.

La Table de ces équivalents pour les corps simples usuels forme la dernière colonne des Tableaux (p. 538 et 539); on vient d'en voir l'intérêt théorique et pratique.

Mais, sous cette forme, ces coefficients ne laissent voir aucun lien avec les constantes chimiques auxquelles notre esprit est accoutumé. Ce lien, au contraire, apparaît immédiatement lorsqu'on prend pour unité d'électricité, non pas le coulomb, mais celle qui sépare 1<sup>er</sup> d'hydrogène; ce qui revient à diviser tous les nombres de la dernière colonne par celui qui correspond à l'hydrogène 0,000010384.

On obtient alors les *équivalents électrochimiques rapportés à l'hydrogène* réunis dans l'avant-dernière colonne des Tableaux. On remarque qu'ils représentent des fractions très simples des poids atomiques donnés dans la deuxième colonne.



## ÉQUIVALENTS ÉLECTROCHIMIQUES DES CORPS SIMPLES.

(<sup>1</sup>) Quantité déposée par 1 coulomb  
ou équivalent électrochimique H = 0,000010384

| ÉLÉMENTS     | POIDS<br>atomiques<br>H = 1 | ÉQUIVALENTS<br>électrochimiques<br>H = 1   | E ( <sup>1</sup> ) |
|--------------|-----------------------------|--|--------------------|
| Aluminium.   | 27,00                       | $\frac{\text{Al}^3}{6}$ 9,0                | 0,00009346         |
| Antimoine.   | 119,96                      | $\frac{\text{Sb}}{3}$ 39,99                | 0,00041525         |
| Argent.....  | 107,67                      | Ag 107,67                                  | 0,00111804         |
| Arsenic..... | 74,92                       | $\frac{\text{As}}{3}$ 24,97                | 0,00025929         |
| Bismuth....  | 207,5                       | $\frac{\text{Bi}}{3}$ 69,17                | 0,00071826         |
| Cadmium...   | 111,8                       | $\frac{\text{Cd}}{2}$ 55,9                 | 0,00058046         |
| Chlore.....  | 35,37                       | Cl 35,37                                   | 0,00036728         |
| Cobalt.....  | 58,7                        | $\frac{\text{Co}}{2}$ 29,35 (cobalteux)    | 0,00030477         |
|              |                             | $\frac{\text{Co}^2}{6}$ 19,57 (cobaltique) | 0,00020322         |
|              |                             | $\frac{\text{Cu}^2}{2}$ 63,18 (cuivreux)   | 0,00065606         |
| Cuivre.....  | 63,18                       | $\frac{\text{Cu}}{2}$ 31,59 (cuivrique)    | 0,00032803         |
|              |                             | $\frac{\text{Sn}}{2}$ 58,8 (stanneux)      | 0,00061058         |
| Étain.....   | 117,6                       | $\frac{\text{Sn}}{4}$ 29,4 (stannique)     | 0,00030529         |
|              |                             | $\frac{\text{Fe}}{2}$ 27,95 (ferreux)      | 0,00029023         |
| Fer.....     | 55,9                        | $\frac{\text{Fe}^2}{6}$ 18,63 (ferrique)   | 0,00019345         |
|              |                             | H 1,00                                     | 0,000010384        |
| Hydrogène.   | 1,00                        |  |                    |

## ÉQUIVALENTS ÉLECTROCHIMIQUES DES CORPS SIMPLES.

(<sup>1</sup>) Quantité déposée par 1 coulomb  
ou équivalent électrochimique  $H = 0,000010384$

| ÉLÉMENTS     | POIDS<br>atomiques<br>$H=1$ | ÉQUIVALENTS<br>électrochimiques<br>$H=1$ | E ( <sup>1</sup> ) |
|--------------|-----------------------------|--|--------------------|
| Magnésium .  | 24,2                        | $\frac{Mg}{2}$ 12,1                      | 0,000 12565        |
| Manganèse .  | 54,8                        | $\frac{Mn}{2}$ 27,4 (manganoux)          | 0,000 28452        |
|              |                             | $\frac{Mn^2}{6}$ 18,27 (manganique)      | 0,000 18971        |
| Mercure....  | 199,8                       | $\frac{Hg^2}{2}$ 199,8 (mercureux)       | 0,002 07472        |
|              |                             | $\frac{Hg}{2}$ 99,9 (mercureux)          | 0,001 03736        |
| Nickel ..... | 58,6                        | $\frac{Ni}{2}$ 29,3 (nickелеux)          | 0,000 30425        |
|              |                             | $\frac{Ni^2}{6}$ 19,53 (nickelique)      | 0,000 20280        |
| Or .....     | 196,2                       | $\frac{Au}{3}$ 65,4                      | 0,000 67911        |
| Oxygène ...  | 15,96                       | $\frac{O}{2}$ 7,98                       | 0,000 08286        |
| Palladium .  | 106,3                       | $\frac{Pd}{2}$ 53,15                     | 0,000 55191        |
| Platine .... | 194,4                       | $\frac{Pt}{4}$ 48,6                      | 0,000 50466        |
| Plomb.....   | 206,4                       | $\frac{Pb}{2}$ 103,2                     | 0,001 07163        |
| Potassium..  | 39,03                       | K 39,03                                  | 0,000 40529        |
| Sodium....   | 22,99                       | Na 22,99                                 | 0,000 23872        |
| Thallium ..  | 283,7                       | Th 203,7                                 | 0,000 11522        |
| Zinc.....    | 65,1                        | $\frac{Zn}{2}$ 32,55                     | 0,000 33800        |

## TABLEAU DES CORPS SIMPLES

(\*) Valeur adoptée par la Commission internationale en 1909.

| NOM                 | SYMBOLE | POIDS ATOMIQUE |        | ÉQUIVALENT | AUTEUR ET DATE DE LA DÉCOUVERTE  |
|---------------------|---------|----------------|--------|------------|--|
|                     |         | O = 16<br>(*)  | H = 1  |            |  |
| Aluminium . . .     | Al      | 27,1           | 26,9   | 13,7       | Composés connus de toute antiquité. Métal isolé par Wœhler en 1827.                                  |
| Antimoine (¹) . .   | Sb      | 120,2          | 119,2  | 122        | Métal connu des anciens.   |
| Argent . . . . .    | Ag      | 107,88         | 107,02 | 108        | Métal connu des anciens.   |
| Argon . . . . .     | A       | 39,9           | 39,6   | 20         | Rayleigh et Ramsay, 1895.  |
| Arsenic . . . . .   | As      | 75,0           | 74,4   | 75         | Connu des anciens alchimistes. Isolé par Schröder, 1694.   |
| Azote (²) . . . . . | Az      | 14,01          | 13,9   | 14         | Sel ammoniac connu des anciens. Salpêtre distingué au xii <sup>e</sup> siècle. Azote, Scheele, 1772. |
| Baryum . . . . .    | Ba      | 137,37         | 136,3  | 68,5       | Sels distingués au xviii <sup>e</sup> siècle. Isolé par H. Davy, en 1807.                            |
| Bismuth . . . . .   | Bi      | 208,0          | 206,3  | 210        | Connu depuis le xv <sup>e</sup> siècle.  |
| Bore . . . . .      | B       | 11,0           | 10,9   | 11         | Borax connu au xvi <sup>e</sup> siècle. Bore isolé par Gay-Lussac et Thénard, 1807.                  |
| Brome . . . . .     | Br      | 79,92          | 79,3   | 80         | Balard, 1826.  |



|                 |    |        |       |      |  |
|-----------------|----|--------|-------|------|--|
| Carbone.....    | C  | 12,00  | 11,9  | 6    | par H. Davy, 1807.<br>Connu des anciens.                             |
| Cérium.....     | Ce | 140,25 | 139,1 | 46   | Berzélius et Hisinger, 1803.   |
| Chlore.....     | Cl | 35,46  | 35,2  | 35,5 | Sel marin connu de toute antiquité. Chlore isolé par Scheele, 1774.  |
| Chrome.....     | Cr | 52,1   | 51,7  | 26,2 | Vauquelin, 1797.   |
| Cobalt.....     | Co | 58,97  | 58,5  | 29,5 | Couleur antique; métal connu au moyen âge.<br>Isolé par Brand, 1733. |
| Cuivre.....     | Cu | 63,57  | 63,1  | 31,8 | Connu des anciens.   |
| Dysprosium....  | Dy | 162,5  | 161,2 | 56   | Mosander, 1843.  |
| Erbium.....     | Er | 167,1  | 166,1 | 59   | Connu des anciens.   |
| Étain (³).....  | Sn | 119,0  | 118,1 | 28   | Connu des anciens.   |
| Europium.....   | Eu | 152    | 150,8 | 19   | Acide fluorhydrique, Scheele, 1786. Fluor isolé par Moissan, 1886.   |
| Fer.....        | Fe | 55,85  | 55,4  | 53,5 | Marignac, 1878.  |
| Fluor.....      | F  | 19,0   | 18,8  | 69,9 | Lecoq de Boisbaudran, 1875.  |
| Gadolinium....  | Gd | 157,3  | 156,0 | 36,2 | Winkler, 1885.   |
| Gallium.....    | Ga | 69,9   | 69,3  | 4,6  | Glucine, Vauquelin, 1798. Métal isolé par Wehler en 1828.            |
| Germanium....   | Ge | 72,5   | 71,9  | 2    | Ramsay, 1895. Raies signalées antérieurement par Lockyer.            |
| Glucinium (¹).. | Gl | 9,1    | 9,0   | 1    | Signalé au xvi <sup>e</sup> s.; isolé par Cavendish, 1766.           |
| Hélium.....     | He | 4,0    | 3,97  | 36,7 | Reich et Richter, 1863.  |
| Hydrogène....   | H  | 1,008  | 1,00  | 127  | Courtois, 1811.  |
| Indium.....     | In | 114,8  | 113,9 |      |  |
| Iode.....       | I  | 126,92 | 125,9 |      |  |

(¹) Ou Stibium. — (²) Ou Nitrogène, N. — (³) Ou Stannum. — (⁴) Glucium ou Béryllum, Be.

# TABLEAU DES CORPS SIMPLES (suite).

(\*) Valeur adoptée par la Commission internationale en 1909.

| NOM              | SYMBOLE | POIDS ATOMIQUE |       | ÉQUIVALENT | AUTEUR ET DATE DE LA DÉCOUVERTE   |
|------------------|---------|----------------|-------|------------|---|
|                  |         | O = 16<br>(*)  | H = 1 |            |   |
| Iridium.....     | Ir      | 193,1          | 191,6 | 98,6       | Tennant et Collet-Descotil, 1803.   |
| Krypton.....     | Kr      | 81,8           | 81,2  |            | Ramsay, 1898.   |
| Lanthane.....    | La      | 139,0          | 138,0 | 46,2       | Mosander, 1839.   |
| Lithium.....     | Li      | 7,00           | 6,9   | 7          | Lithine, Arfwedson, 1817. Métal. Brandes et Davy.                           |
| Lutécium (¹)...  | Lu      | 174            | 172,6 |            | Urbain, 1907.   |
| Magnésium.....   | Mg      | 24,32          | 24,1  | 12,2       | Sels de magnésie, distingués au XVIII <sup>e</sup> siècle.                  |
| Manganèse.....   | Mn      | 54,93          | 54,5  | 27,5       | Métal, Bussy, 1828.   |
| Mercure (²)....  | Hg      | 200,0          | 198,4 |            | Magnésie noire des anciens. Oxyde de manganèse, Scheele, 1774. Métal, Gahn. |
| Molybdène.....   | Mo      | 96,0           | 95,2  | 48         | Connu des anciens, vers le V <sup>e</sup> siècle av. J.-C.                  |
| Néodyme.....     | Nd      | 144,3          | 143,2 | 46,9       | Acide molybdique, Scheele, 1778. Métal, Hjelm, 1782.                        |
| Néon.....        | Ne      | 20,0           | 19,8  |            | Auer von Welsbach, 1886.  |
| Néoytterbium (³) | Y       | 172            |       |            | Ramsay, 1898.   |
| Nickel.....      | N       | 58,68          | 58,2  | 29,5       | Urbain, 1907 (Ytterbium, Marignac, 1880). Cronstedt, 1751.                  |

|                             |    |        |       |       |   |
|-----------------------------|----|--------|-------|-------|---|
| Osmium .....                | Os | 190,9  | 189,4 | 99,5  | Tennant, 1803.  |
| Oxygène .....               | O  | 16,0   | 15,9  | 8     | Priestley, 1774.  |
| Palladium .....             | Pd | 106,7  | 105,9 | 53,2  | Wollaston, 1803.  |
| Phosphore .....             | P  | 31,0   | 30,8  | 31    | Brandt, 1677.   |
| Platine .....               | Pt | 195,0  | 193,5 | 98,6  | Importé d'Amérique vers 1740.   |
| Plomb .....                 | Pb | 207,10 | 205,5 | 103,5 | Connu des anciens.  |
| Potassium <sup>(6)</sup> .. | K  | 39,1   | 38,8  | 39    | Potasse et carbonate extraits des cendres de bois, dans l'antiquité et au moyen-âge.      |
|                             |    |        |       |       | Métal isolé par H. Davy, 1807.  |
| Praséodyme .....            | Pr | 140,6  | 139,5 | 47,9  | Auer von Welsbach, 1886.  |
| Radium .....                | Ra | 226,4  | 224,6 |       | M <sup>me</sup> Curie, 1898.  |
| Rhodium .....               | Rh | 102,9  | 102,1 | 52,2  | Wollaston, 1804.  |
| Rubidium .....              | Rb | 85,45  | 84,8  | 85    | Kirchhoff et Bunsen, 1861.  |
| Ruthénium .....             | Ru | 101,7  | 100,9 | 52,2  | Claus, 1845.  |
| Samarium .....              | Sa | 150,4  | 149,2 | 50    | Lecoq de Boisbandran, 1879.   |
| Scandium .....              | Sc | 44,1   | 43,8  | 44,1  | Nilson, 1880.   |
| Sélénium .....              | Se | 79,2   | 78,6  | 39,8  | Berzélius, 1817.  |
| Silicium .....              | Si | 28,3   | 28,1  | 28    | Silex et cristal de roche, connus de toute antiquité. Silicium isolé par Berzélius, 1823. |
|                             |    |        |       |       | Natron et sel marin connus de toute antiquité. Métal, H. Davy, 1807.                      |
| Sodium <sup>(1)</sup> ..... | Na | 23,00  | 22,8  | 23    | Connu de toute antiquité.   |
| Soufre .....                | S  | 32,07  | 31,8  | 16    | Strontiane, Crawford, 1700. Métal, H. Davy, 1807.   |
| Strontium .....             | Sr | 87,62  | 86,9  | 43,8  |   |
| Tantale .....               | Ta | 181,0  | 179,6 | 68,8  | Hatchett, 1801.   |

(<sup>1</sup>) Ou Aldebarium. — (<sup>2</sup>) Ou Hydrargyre. — (<sup>3</sup>) Ou Cassiopeum. — (<sup>4</sup>) Ou Colombium, Ch. — (<sup>5</sup>) Ou Aurum. — (<sup>6</sup>) Ou Kalium. — (<sup>7</sup>) Ou Natrium.

# TABLEAU DES CORPS SIMPLES (suite et fin)

(\*) Valeurs adoptées par la Commission internationale en 1909.

| NOM              | SYMBOLE | POIDS ATOMIQUE |       | ÉQUIVALENT | AUTEUR ET DATE DE LA DÉCOUVERTE  |
|------------------|---------|----------------|-------|------------|--|
|                  |         | O = 16<br>(*)  | H = 1 |            |  |
| Tellure .....    | Te      | 127,5          | 126,5 | 64,2       | Müller, 1782.  |
| Terbium .....    | Tb      | 159,2          | 157,9 | 56,5       | Mosander, 1843.  |
| Thallium .....   | Tl      | 204,0          | 202,4 | 203        | Crookes, 1862.   |
| Thorium .....    | Th      | 232,42         | 230,6 | 59,5       | Berzelius, 1828.   |
| Thulium .....    | Tm      | 168,5          | 167,2 | 56,9       | Clève, 1880.   |
| Titane .....     | Ti      | 48,1           | 47,7  | 24,5       | Grégor, 1791.  |
| Tungstène (¹) .. | Tu      | 184,0          | 182,3 | 92         | Scheele, 1780.   |
| Uranium .....    | U       | 238,5          | 236,6 | 59,8       | Sels, Klaproth, 1789. Métal, Peligot, 1841.  |
| Vanadium .....   | V       | 51,2           | 50,8  | 68,5       | Sefström, 1830.  |
| Xénon .....      | X       | 128,0          | 127,0 |            | Ramsay, 1898.  |
| Yttrium .....    | Y       | 89,0           | 88,3  | 29,9       | Gadolin, 1794.   |
| Zinc .....       | Zn      | 65,37          | 64,9  | 32,7       | Calamine et laiton, connus des anciens. Zinc isolé en Chine dans les temps modernes. |
| Zirconium .....  | Zr      | 90,6           | 89,9  | 33,6       | Zircon, Klaproth, 1789. — Métal, Berzelius, 1847.                                    |

(¹) Ou Wolfram, W.

# TABLEAUX

## DES

### PRINCIPALES DONNÉES NUMÉRIQUES

RELATIVES A LA THERMOCHIMIE,

PAR M. BERTHELOT.

---

Dans ces Tableaux, on a désigné le nom des auteurs des expériences par leurs initiales, savoir :

Al = Alluard; A = Andrews; An = André; B = Berthelot; Cald = Calderon; Ch = Chroustchoff; Col = Colson; D = Dulong; Ds = Desains; Dia = Diakonoff; Dt = Ditte; Dv = Deville; F = Favre; Fb = Fabre; Fg = Fogh; Fo = de Forcrand; G = Grassi; Gh = Graham; Gu = Guntz; H = Hautefeuille; Ha = Hammerl; Har = Hartog; Hs = Hess; Jo = Joannis; J = Joly; L = Louguinine; M = Mitscherlich; Mat = Matignon; Og = Ogier; P = Petit; Pe = Person; Pett = Petterssen; Pf = Pfaundler; Pi = Piönchon; R = Regnault; Rec = Recoura; Sa = Sarrau; S = Silberman; Sab = Sabatier; St = Stohmann; T = Thomsen; Ts = Tscheltzow; Tr = Troost; Vie = Vieille; Vi = Violle; Wr = Werner; W = Woods.

L'auteur préféré est encadré : F et S [T].

Les poids sont exprimés en grammes.

Les chiffres des Tableaux qui suivent sont déduits entièrement de données expérimentales.

On trouvera le détail complet dans mon Ouvrage intitulé : THERMOCHIMIE, *Données et lois numériques*, 2 vol. in-8°, 1897, chez Gauthier-Villars.

**TABEAU I. — Formation des principes et les composés étant pris, dans leur**

| NOMS                           | COMPOSANTS                             | COMPOS     |
|--------------------------------|--|------------|
| <b>HYDRURES.</b>               |  |            |
| Acide chlorhydrique.....       | $H + Cl$                               | $HCl$      |
| Id. vers 2000°.....            | $H + Cl$                               | $HCl$      |
| Perchlorure d'hydrogène...     | $HCl \text{ conc.} + Cl^2$             | $HCl^3$    |
| Chlorobromure d'hydrogène.     | $HCl \text{ conc.} + Br^2 \text{ gaz}$ | $HClBr$    |
| Acide bromhydrique.....        | $H + Br$                               | $HBr$      |
| Perbromure d'hydrogène...      | $HBr \text{ conc.} + Br^2 \text{ gaz}$ | $HBr^2$    |
| Acide iodhydrique.....         | $H + I$                                | $HI$       |
| Acide fluorhydrique.....       | $H + F$                                | $HF$       |
| Eau.....                       | $H^2 + O$                              | $H^2O$     |
| Id. vers 2000°.....            | $H^2 + O$                              | $H^2O$     |
| Id. vers 4000°.....            | $H^2 + O$                              | $H^2O$     |
|                                | $H^2 + G^2$                            | $H^2O^2$   |
| Bioxyde d'hydrogène.....       | $H^2O + O$                             | $H^2O^2$   |
| Acide sulfhydrique.....        | $H^2 + S$                              | $H^2S$     |
| Persulfure d'hydrogène.....    | $H^2S + S^n$                           | $H^2S^n$   |
| Ac. sélénhydriq. (Se métall.). | $H^2 + Se$                             | $H^2Se$    |
| Ac. tellurhydrique (Te crist.) | $H^2 + Te$                             | $H^2Te$    |
| Ammoniaque.....                | $H^3 + Az$                             | $AzH^3$    |
| Oxyammoniaque.....             | $Az + H^3 + O$                         | $AzH^3O$   |
| Hydrazine.....                 | $Az^2 + H^4$                           | $Az^2H^4$  |
| Hydrate d'hydrazine.....       | $Az^2 + H^6 + O$                       | $Az^2H^6O$ |
| Ac. azothydrique.....          | $Az^3 + H$                             | $Az^3H$    |
| Hydrogène phosphoré gazeux.    | $H^3 + P$                              | $PH^3$     |
| Id. solide.....                | $H + P^2$                              | $P^2H$     |
| Id. arsénié gazeux...          | $H^3 + As \text{ crist.}$              | $AsH^3$    |
| Bromh. d'hydr. phosphoré..     | $PH^3 + HBr$                           | $PH^4Br$   |
| Iodh. d'hydr. phosphoré....    | $PH^3 + HI$                            | $PH^4I$    |
| Hydrogène antimonie.....       | $Sb + H^3$                             | $SbH^3$    |
| Protohydru de carbone ou       | $C + H$                                | $CH$       |
| Acétylène (C diamant).....     |  |            |
| Bihydru de (éthylène)(Cdiam.)  | $C + H^2$                              | $CH^2$     |
| Trihydru de (Méthyle) id...    | $C + H^3$                              | $CH^3$     |

ombinaisons chimiques, les composants  
etuel, à + 15 degrés. — Métalloïdes.

| POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ |         |        |         | AUTEURS                |
|---------------------|-----------------------------|---------|--------|---------|------------------------|
|                     | gazeux                      | liquide | solide | dissous |                        |
| 36,5                | +22,0                       | "       | "      | +39,4   | T. B.                  |
| 36,5                | +26,0                       | "       | "      | "       | B. et Vie.             |
| 107,5               | "                           | "       | "      | +9,6    | B.                     |
| 106,5               | "                           | "       | "      | +9,3    | B.                     |
| 81                  | +8,6                        | "       | "      | +28,6   | T. B.                  |
| 241                 | "                           | "       | "      | +9,4    | B.                     |
| 128                 | -6,4                        | "       | "      | +13,2   | T. B.                  |
| 20                  | +38,5                       | +45,7   | "      | +50,3   | B. et Mois.            |
| 18                  | +58,3                       | +69,6   | +70,4  | "       | D.Hs.F.etS.G.A.T.P     |
| 18                  | +50,6                       | "       | "      | "       | B. et Vie.             |
| 18                  | +37,1                       | "       | "      | "       | B. et Vie.             |
| 31                  | "                           | "       | "      | +47,3   | F. et S. T. [B].       |
| 34                  | "                           | "       | "      | -21,7   | Id.                    |
| 34                  | +4,8                        | "       | "      | +9,5    | H. T.                  |
| "                   | "                           | -5,3    | "      | "       | Sab.                   |
| 81                  | -25,1                       | "       | "      | -15,8   | H. [Fab.]              |
| 130                 | -31,9                       | "       | "      | "       | B. et Fab.             |
| 17                  | +12,2                       | +16,6   | "      | +21,0   | [B.] T.                |
| 33                  | "                           | "       | +27,6  | +23,8   | B.                     |
| 18                  | "                           | -1,7    | "      | +0,2    | B. et Mat.             |
| 50                  | "                           | "       | "      | +69,2   | B. et Mat.             |
| 43                  | "                           | "       | +67,3  | -55,2   | B. et Mat.             |
| 34                  | +4,9                        | "       | "      | "       | Og.                    |
| 63                  | "                           | "       | +8,9   | "       | Og.                    |
| 72                  | -44,2                       | "       | "      | "       | Og.                    |
| 115                 | "                           | "       | +23,0  | "       | Og.                    |
| 162                 | "                           | "       | +24,2  | "       | Og.                    |
| 125                 | -86,8                       | "       | "      | "       | B. et Petit.           |
| 13                  | -29,0                       | "       | "      | "       | [B.] T.                |
| 14                  | -7,3                        | "       | "      | "       | D. F. et S. A. T. [B.] |
| 15                  | +11,6                       | "       | "      | "       | T. [B. et Mat.]        |

**TABLEAU I. — Formation des principaux composés étant pris, dans leur état**

| NOMS                                    | COMPOSANTS          | COMPOSÉ        |
|---|---------------------|----------------|
| Quadrihyd. (Formène) id..               | $C + H^4$           | $CH^4$         |
| Hydrogène silicé (Si crist.)..          | $Si + H^4$          | $SiH^4$        |
| 1 <sup>er</sup> hydrure de platine..... | $H^2 + 30 Pt$       | "              |
| 2 <sup>e</sup> id. id. ....             | $H^3 + 30 Pt$       | "              |
| OXYDES.                                 |                     |                |
| Protoxyde d'azote.....                  | $Az^2 + O$          | $Az^2 O$       |
| Bioxyde d'azote .....                   | $Az + O$            | $Az O$         |
| Acide hypoazoteux.....                  | $Az^2 + O$          | $Az^2 O$       |
| Acide azoteux.....                      | $Az^2 + O^3$        | $Az^2 O^3$     |
| Acide hypoazotique.....                 | $Az + O^2$          | $Az O^2$       |
| Id. vers 200°.....                      | $Az + O^2$          | $Az O^2$       |
| Acide azotique anhydre....              | $Az + O^5$          | $Az O^5$       |
| Acide azotique hydraté....              | $Az + O^3 + H$      | $Az O^3 H$     |
| Sulfure d'azote.....                    | $Az + S$            | $Az S$         |
| Sélénure d'azote.....                   | $Az + Se$           | $Az Se$        |
| Acide hyposulfureux .....               | $S^2 + O^2 + H^2 O$ | $S^2 O^2, H^2$ |
| Acide hydrosulfureux.....               | $S^2 + O^3 + H^2 O$ | $S^2 O^3, H^2$ |
| Acide hyposulfurique.....               | $S^2 + O^5 + H^2 O$ | $S^2 O^5, H^2$ |
| Acide trithionique.....                 | $S^3 + O^3 + H^2 O$ | $S^3 O^3, H^2$ |
| Acide tétrathionique.....               | $S^4 + O^5 + H^2 O$ | $S^4 O^5, H^2$ |
| Acide pentathionique .....              | $S^5 + O^5 + H^2 O$ | $S^5 O^5, H^2$ |
| Acide sulfureux .....                   | $S + O^2$           | $SO^2$         |
| Acide sulfurique anhydre ..             | $S + O^3$           | $SO^3$         |
| Acidesulfur. monohydraté..              | $SO^2 + O + H^2 O$  | $SO^3, H^2$    |
|   | $S + O^3 + H^2 O$   | $SO^3, H^2$    |
|   | $S + O^4 + H^2$     | $SO^4 H^2$     |
| Acide persulfurique.....                | $S^2 + O^1 + H^2 O$ | $S^2 O^1, H^2$ |
|   | $S^2 O^6 diss. + O$ | $S^2 O^7$      |
| Acide sélénieux (Se met.)..             | $Se + O^2 + H^2 O$  | $SeO^2, H$     |

(<sup>1</sup>) Eau solide.



mbinaisons chimiques, les composants  
 fuel, à + 15 degrés. — Métalloïdes (suite).

| POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ |         |        |         | AUTEURS                   |
|---------------------|-----------------------------|---------|--------|---------|---------------------------|
|                     | gazeux                      | liquide | solide | dissous |                           |
| 16                  | +18,9                       | "       | "      | "       | D. F. et S. A. [B.] T.    |
| 32                  | - 6,7                       | "       | "      | "       | Og.                       |
| 197X30              | "                           | "       | + 33,9 | "       | B.                        |
| 197X30              | "                           | "       | + 42,0 | "       | B.                        |
| 44                  | -20,6                       | - 18,0  | "      | - 14,4  | F. et S. T. [B.]          |
| 30                  | +21,6                       | "       | "      | "       | B. T.                     |
| 44                  | "                           | "       | "      | - 64,6  | B.                        |
| 76                  | -21,4                       | "       | "      | - 8,4   | B.                        |
| 46                  | - 2,5                       | + 1,8   | "      | "       | B. et Og.                 |
| 46                  | - 7,8                       | "       | "      | "       | B.                        |
| 108                 | - 1,2                       | + 3,6   | + 11,9 | + 28,6  | B.                        |
| 63                  | +34,4                       | + 41,6  | + 42,2 | + 48,8  | B. et Vieille.            |
| 40                  | "                           | "       | - 31,9 | "       | Id.                       |
| 93                  | "                           | "       | - 42,3 | "       | T. [B.]                   |
| 114                 | "                           | "       | "      | + 72,7  | B.                        |
| 130                 | "                           | "       | "      | + 86,1  | T.                        |
| 162                 | "                           | "       | "      | +208,0  | B.                        |
| 194                 | "                           | "       | "      | +203,9  | T. [B.]                   |
| 226                 | "                           | "       | "      | +192,2  | B.                        |
| 258                 | "                           | "       | "      | +197,3  | F. et S. T. [B.]          |
| 64                  | +69,3                       | "       | "      | + 77,6  | D. Hs F. et S. A. T. [B.] |
| 80                  | +92,0                       | "       | +103,8 | +141,1  | Id.                       |
| 98                  | "                           | "       | "      | + 71,7  | Id.                       |
| 98                  | "                           | +123,2  | +124,1 | +141,1  | Id.                       |
| 98                  | "                           | +192,2  | +193,1 | +210,2  | B.                        |
| 176                 | "                           | "       | "      | +247,4  | B.                        |
| 176                 | "                           | "       | "      | + 34,8  | T.                        |
| 111                 | "                           | "       | + 52,4 | + 51,5  | B.                        |

**TABLEAU I. — Formation des principaux et les composés étant pris, dans leur état**

| NOMS                               | COMPOSANTS                                      | COMPOSÉS                                    |
|------------------------------------|---|---|
| Acide sélénique (Se met.).         | $\text{Se} + \text{O}^3 + \text{H}^2\text{O}$   | $\text{SeO}^3, \text{H}^2\text{O}$          |
| Acide tellureux (état du Te?).     | $\text{Te} + \text{O}^2$                        | $\text{TeO}^2$                              |
| Acide tellurique (idem?).          | $\text{Te} + \text{O}^3 + \text{H}^2\text{O}$   | $\text{TeO}^3, \text{H}^2\text{O}$          |
| Acide hypophosphoreux...           | $\text{P}^2 + \text{O} + 3\text{H}^2\text{O}$   | $\text{P}^2\text{O}, 3\text{H}^2\text{O}$   |
| Acide phosphoreux. ....            | $\text{P}^2 + \text{O}^3 + 3\text{H}^2\text{O}$ | $\text{P}^2\text{O}^3, 3\text{H}^2\text{O}$ |
| Acide phosphorique anhyd.          | $\text{P}^2 + \text{O}^5$                       | $\text{P}^2\text{O}^5$ solide               |
| Id.                                | $\text{P}^2\text{O}^5$ amorphe                  | $\text{P}^2\text{O}^5$ crist.               |
| Acide phosphorique norm.           | $\text{P}^2 + \text{O}^5 + 3\text{H}^2\text{O}$ | $2\text{PO}^4\text{H}^3$                    |
| Acide pyrophosphorique...          | $\text{P}^2 + \text{O}^5 + 2\text{H}^2\text{O}$ | $\text{P}^2\text{O}^7\text{H}^4$            |
| Acide métaphosphorique..           | $\text{P}^2 + \text{O}^5 + \text{H}^2\text{O}$  | $2\text{PO}^3\text{H}$                      |
| Acide arsénieux (opaque)           | $\text{As}^2 + \text{O}^3$                      | $\text{As}^2\text{O}^3$                     |
| Id.                                | $\text{AsO}^3$ opaque.                          | $\text{As}^2\text{O}^3$ pris                |
| Acide arsénique.....               | $\text{As}^2 + \text{O}^5$                      | $\text{As}^2\text{O}^5$                     |
| Ac. borique (B amorphe)..          | $\text{B}^2 + \text{O}^3$                       | $\text{B}^2\text{O}^3$                      |
| Acide hypochloreux. ....           | $\text{Cl}^2 + \text{O}$                        | $\text{Cl}^2\text{O}$                       |
| Acide chlorique hydraté....        | $\text{Cl}^2 + \text{O}^5 + \text{H}^2\text{O}$ | $\text{Cl}^2\text{O}^5, \text{H}^2\text{O}$ |
| Acide perchlorique hydr....        | $\text{Cl}^2 + \text{O}^7 + \text{H}^2\text{O}$ | $\text{Cl}^2\text{O}^7, \text{H}^2\text{O}$ |
| Acide hypobromeux. ....            | $\text{Br}^2 + \text{O}$                        | $\text{Br}^2\text{O}$                       |
| Acide bromique.....                | $\text{Br}^2 + \text{O}^5 + \text{H}^2\text{O}$ | $\text{Br}^2\text{O}^5, \text{H}^2\text{O}$ |
| Acide hypo-iodeux.....             | $\text{I}^2 + \text{O}$                         | $\text{I}^2\text{O}$                        |
| Acide iodique anhydre.....         | $\text{I}^2 + \text{O}^5$                       | $\text{I}^2\text{O}^5$                      |
| Acide iodique hydraté....          | $\text{I}^2 + \text{O}^5 + \text{H}^2\text{O}$  | $2\text{IO}^3\text{H}$                      |
| Acide périodique.....              | $\text{I}^2 + \text{O}^7 + \text{H}^2\text{O}$  | $2\text{IO}^4\text{H}$                      |
| Acide carbonique. { C diamant... { | $\text{C} + \text{O}^2$                         | $\text{CO}^2$                               |
| { C graphite.. {                   |   |   |
| { C amorphe.. {                    |   |   |
| Acide carbonique.....              | $\text{CO} + \text{O}$                          | $\text{CO}^2$                               |
| Id. vers 3000°.                    | $\text{CO} + \text{O}$                          | "   |
| Id. vers 4500°.                    | $\text{CO} + \text{O}$                          | "   |
| Oxyde de carbone. { C diamant.. {  | $\text{C} + \text{O}$                           | $\text{CO}$                                 |
| { C amorphe.. {                    |   |   |

mbinaisons chimiques, les composants  
tuel, à + 15 degrés. — Métalloïdes (suite).

| POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ |         |         |         | AUTEURS                                    |
|---------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|--|
|                     | gazeux                      | liquide | solide  | dissous |  |
| 45                  | "                           | "       | "       | + 73,6  | T.   |
| 60                  | "                           | "       | "       | + 78,3  | T.   |
| 94                  | "                           | "       | "       | + 99,4  | T.   |
| 32                  | "                           | + 76,6  | + 81,2  | + 80,8  | T.   |
| 64                  | "                           | + 244,6 | + 250,8 | + 250,6 | T.   |
| 42                  | "                           | "       | + 369,4 | + 403,8 | (2 PO <sup>3</sup> H) Giran.               |
| 42                  | "                           | "       | "       | + 411,1 | (2 PO <sup>1</sup> H <sup>3</sup> ) Giran. |
| 96                  | "                           | + 399,6 | + 404,4 | + 410,0 | Giran.                                     |
| 78                  | "                           | + 397,5 | + 397,7 | + 405,6 | "  |
| 60                  | "                           | "       | + 384,2 | + 403,8 | "  |
| 98                  | "                           | "       | + 156,4 | + 148,9 | T.   |
| 98                  | "                           | "       | — 1,3   | "       | Tr. et H.                                  |
| 30                  | "                           | "       | + 219,0 | + 225,0 | T.   |
| 70                  | "                           | "       | + 272,6 | + 279,9 | B. Tr. et H.                               |
| 87                  | — 15,1                      | "       | "       | — 5,7   | B. T.                                      |
| 69                  | "                           | "       | "       | — 25,0  | [B.] T.                                    |
| 01                  | "                           | — 31,4  | "       | + 9,2   | B.   |
| 76                  | "                           | "       | "       | — 10,8  | B.   |
| 58                  | "                           | "       | "       | — 44,0  | T. B.                                      |
| 70                  | "                           | "       | "       | < — 9,0 | B.   |
| 34                  | "                           | "       | + 48,0  | + 46,4  | T. B.                                      |
| 52                  | "                           | "       | + 51,8  | + 46,4  | T. B.                                      |
| 84                  | "                           | "       | "       | + 38,0  | T.   |
| 44                  | + 94,3                      | "       | + 100,3 | + 99,9  | F et S. [B et P].                          |
| 44                  | + 94,8                      | "       | + 100,8 | + 100,4 | B.   |
| 44                  | + 97,6                      | "       | "       | + 103,2 | F et S. [B et P].                          |
| 44                  | + 68,2                      | "       | "       | "       | B.   |
| 44                  | + 37,0                      | "       | "       | "       | B. et Vie.                                 |
| 44                  | + 28,0                      | "       | "       | "       | B. et Vie.                                 |
| 28                  | + 26,1                      | "       | "       | "       | F et S. G. A. T. [B.]                      |
|                     | + 29,4                      | "       | "       | "       |  |

**TABEAU I. — Formation des principaux  
et les composés étant pris, dans leur état**

| NOMS   | COMPOSANTS                    | COMPOSÉS   |
|--|-------------------------------|------------|
| Sulfure de carbone. { C diamant..<br>C amorphe.. }     | $C + S^2$                     | $CS^2$     |
| Acide silicique. { Si amorphe..<br>Si cristallisé. }   | $Si + O^2$                    | $SiO^2$    |
| Sulfure silicique. { Si amorphe..<br>Si cristallisé. } | $Si + S^2$                    | $SiS^2$    |
| Sulfure borique (B amorphe)                            | $B^2 + S^3$                   | $B^2S^3$   |
| CHLORURES.   |                               |            |
| Chlorure de brome. { Br liq..... }                     | $Br + Cl$                     | $BrCl$     |
| Chlorure d'iode { I solide... }                        | $I + Cl$                      | $ICl$      |
| Perchlorure d'iode.....                                | $ICl \text{ (solide)} + Cl^2$ | $ICl^3$    |
| Chlorure de soufre.....                                | $S^2 + Cl^2$                  | $S^2Cl^2$  |
| Oxychlorure sulfureux....                              | $S + O + Cl^2$                | $SOCl^2$   |
| Id. sulfurique....                                     | $S + O^2 + Cl^2$              | $SO^2Cl^2$ |
| Chlorhydrate sulfurique...                             | $SO^3 \text{ sol.} + HCl$     | $SO^3HCl$  |
|  | $SO^3 \text{ gaz} + HCl$      | "          |
| Chlor. de sélénium (métal).                            | $Se^2 + Cl^2$                 | $Se^2Cl^2$ |
| Id. (antre).....                                       | $Se + Cl^4$                   | $SeCl^4$   |
| Chlorure de tellure (état?).                           | $Te + Cl^4$                   | $TeCl^4$   |
| Chlorure phosphoreux....                               | $P + Cl^3$                    | $PCl^3$    |
| Chlorure phosphorique....                              | $P + Cl^5$<br>$PCl^3 + Cl^2$  | $PCl^5$    |
| Oxychlorure phosphorique.                              | $P + Cl^3 + O$<br>$PCl^3 + O$ | $PCl^3O$   |
| Chlorure d'arsenic.....                                | $As + Cl^3$                   | $AsCl^3$   |

mbinaisons chimiques, les composants  
uel, à + 15 degrés. — Métalloïdes (suite).

| du composé | CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ |                   |                    |         | AUTEURS                |
|------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|---------|------------------------|
|            | gazeux                      | liquide           | solide             | dissous |                        |
| 6          | — 25,4<br>— 22,1            | — 19,0<br>— 15,7  | "<br>"             | "<br>"  | { Fet S.T. [Bet Mat.]. |
| 10         | "                           | "                 | + 179,6<br>+ 184,5 | "<br>"  |                        |
| 12         | "                           | "                 | + 40,0<br>+ 31,9   | "<br>"  | { Sab.                 |
| 18         | "                           | "                 | + 75,8             | "       |                        |
| 5,5        | "                           | + 0,7             | "                  | "       | B.                     |
| 12,5       | "                           | "                 | + 6,8              | "       | [B.] T.                |
| 13,5       | "                           | "                 | + 14,7             | "       | T.                     |
| 15         | + 10,9                      | + 17,6            | "                  | "       | [Og.] T.               |
| 19         | + 40,9                      | + 47,4            | "                  | "       | Og.                    |
| 25         | + 82,8                      | + 89,9            | "                  | "       | Og.                    |
| 26,5       | + 1,6                       | + 14,4            | "                  | "       | Og.                    |
| "          | + 13,4                      | + 26,2            | "                  | "       | Og.                    |
| 29         | "                           | + 10,7            | "                  | "       | T.                     |
| 31         | "                           | + 40,5            | "                  | "       | T.                     |
| 30         | "                           | + 77,4            | "                  | "       | T.                     |
| 17,5       | + 69,7                      | + 76,6            | "                  | "       | { F. T. [B. et L.]     |
| 18,5       | "                           | "                 | + 109,2<br>+ 32,6  | "<br>"  |                        |
| 33,5       | "                           | + 143,9<br>+ 66,3 | "<br>"             | "<br>"  | { F. [T.]              |
| 31,5       | "                           | + 71,3            | "                  | "       |                        |

**TABEAU I. — Formation des principaux  
et les composés étant pris, dans leur état**

| NOMS                                    | COMPOSANTS                             | COMPOSÉS   |
|---|--|------------|
| Chlor. de bore (B amorp.)..             | $B + Cl^3$                             | $B Cl^3$   |
| Chlorure de silicium. } Si cristallisé. | $Si + Cl^4$                            | $Si Cl^4$  |
| Oxychlorure carbonique...               | $C diam. + O + Cl^2$                   | $CO Cl^2$  |
| BROMURES.                               |  |            |
| Bromure d'iode. } l sol. Br liq.        | $I + Br$                               | $I Br$     |
| Bromure de soufre.....                  | $S^2 + Br^2 liq.$                      | $S^2 Br^2$ |
| Bromure phosphoreux. } Br liquide.      | $P + Br^3$                             | $P Br^3$   |
| Bromure phosphorique. } Br liquide.     | $P + Br^5$                             | $P Br^5$   |
| Oxybromure de phosphore.                | $P + O + Br^2 liq. \}$<br>$P Br^3 + O$ | $P Br^3 O$ |
| Bromure d'arsenic. } Br liquide.        | $As + Br^3$                            | $As Br^3$  |
| Bromure de bore } Br liquide.           | $B amorphe + Br^3$                     | $B Br^3$   |
| Bromure de silicium } Br liquide.       | $Si crist. + Br^4$                     | $Si Br^4$  |
| IODURES.                                |  |            |
| Iodure de soufre. } l gaz.....          | $S^2 + I^2$                            | $S^2 I^2$  |
| } l solide ...                          |  |            |

mbinaisons chimiques, les composants  
 tuel, à + 15 degrés. — Métalloïdes (suite).

| POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ |         |                 |         | AUTEURS   |
|---------------------|-----------------------------|---------|-----------------|---------|-----------|
|                     | gazeux                      | liquide | solide          | dissous |           |
| 117,5               | + 89,1                      | + 93,4  | "               | "       | Tr. et H. |
| 170                 | + 121,8                     | + 128,1 | "               | "       | Tr. et H. |
| 99                  | + 41,1                      | "       | "               | "       | B.        |
| 207                 | "                           | "       | + 2,5           | "       | B.        |
| 224                 | "                           | "       | + 2,0           | "       | Og.       |
| 271                 | "                           | + 44,8  | "               | "       | B. et L.  |
| 331                 | "                           | "       | + 59,0          | "       | Og.       |
| 387                 | "                           | + 105,8 | "               | "       | Og.       |
| 515                 | "                           | "       | + 45,5          | "       | B.        |
| 551                 | "                           | + 43,2  | "               | "       | B.        |
| 648                 | "                           | + 71,0  | "               | "       | B.        |
| 18                  | "                           | "       | (+ 13,6)<br>0,0 | "       | Og.       |

**TABEAU I. — Formation des principaux  
et les composés étant pris, dans leur état actuel**

| NOMS  | COMPOSANTS                                | COMPOSÉS                     |
|---|---|------------------------------|
| Biiodure de phosphore. { I gaz . . . . }<br>{ I solide . . . . }    | $P^2 + I^4$                               | $P^2 I^4$                    |
| Triiodure de phosphore. { I gaz . . . . . }<br>{ I solide . . . . } | $P + I^2$                                 | $PI^2$                       |
| Iodure d'arsenic. { I gaz . . . . . }<br>{ I solide . . . . }       | $As + I^3$                                | $As I^3$                     |
| Iodure de silicium { I gaz . . . . }<br>{ I solide . . . . }        | $Si \text{ crist.} + I^4$                 | $Si I^4$                     |
| Fluorure de bore . . . . .  | $B \text{ amorphe} + F^3$                 | $BF^3$                       |
| Fluorure de silicium . . . . .                                      | $Si \text{ amorphe} + F^4$                | $Si F^4$                     |
| Sulfure de bore . . . . .   | $B^2 \text{ amorphe} + S^3$               | $B^2 S^3$                    |
| Sulfure de silicium . . . . .                                       | $Si \text{ amorphe} + S^2$                | $Si S^2$                     |
| Acide fluosilicique . . . . .                                       | $Si F^4 \text{ gaz} + 2 HF \text{ diss.}$ | $Si F^4, 2 HF \text{ diss.}$ |



mbinaisons chimiques, les composants  
+ 15 degrés. — Métalloïdes (suite et fin).

| POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE, LE COMPOSÉ |         |        |         | AUTEURS         |
|---------------------|-----------------------------|---------|--------|---------|-----------------|
|                     | gazeux                      | liquide | solide | dissous |                 |
| 570                 | "                           | "       | + 47,0 | "       | Og.             |
|                     | "                           | "       | + 9,8  | "       |                 |
| 112                 | "                           | "       | + 31,3 | "       | B. et Loug. Og. |
|                     | "                           | "       | + 10,9 | "       |                 |
| 156                 | "                           | "       | + 33,9 | "       | B.              |
|                     | "                           | "       | + 13,5 | "       |                 |
| 536                 | "                           | "       | + 33,9 | "       | B.              |
|                     | "                           | "       | + 6,7  | "       |                 |
| 68                  | +234,8                      | "       | "      | "       |                 |
| 104                 | +239,8                      | "       | "      | "       |                 |
| 118                 | "                           | "       | + 37,9 | "       | Sab.            |
| 92                  | + 10,4                      | "       | "      | "       | Sab.            |
| 144                 | "                           | "       | "      | + 57,6  | Truchot.        |

TABLEAU II.

Formation des oxydes métalliques, d'après M. Thomsen et autres (1).

| NOMS            | COMPOSANTS            | POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE |                 |
|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
|                 |                       |                     | État<br>solide  | État<br>dissous |
| Potasse...      | $K^2 + O$ (Beketoff)  | 94,2                | + 98,2          | + 165,2         |
|                 | $K^2 + O + H^2O$      | 112,2               | + 140,2         | + 165,2         |
|                 | $K + H + O$           | 56,1                | + 104,6         | + 117,1         |
| Soude...        | $Na^2 + O$ (de Forc.) | 62                  | + 91,0          | + 126           |
|                 | $Na^2 + O + H^2O$     | 80                  | + 136,4         | + 155,8         |
|                 | $Na + H + O$          | 40                  | + 102,7         | + 112,5         |
| Lithine (Bek.)  | $Li^2 + O$ (Bek.)     | 30                  | + 111,2         | + 167,2         |
|                 | $Li^2 + O + H^2O$     | 48                  | + 155,6         | + 167,2         |
|                 | $Li + H + O$          | 24                  | + 112,3         | + 118,1         |
| Rubidine (Bek.) | $Rb^2 + O$            | 186,8               | + 95,5          | + 165,4         |
| Ammoniaque (B.) | $Az + H^3 + H^2O$     | 35                  | "               | + 21,0          |
|                 | $Az + H^5 + O$        |                     |                 | + 90,0          |
|                 | $Ca + O$ (Moissan)    | 56                  | + 135           | + 153,1         |

|                                   |  |       |                   |                         |
|-----------------------------------|--|-------|-------------------|-------------------------|
| Strontiane.....                   | $\text{Sr} + \text{O} + \text{H}^2\text{O}$      | 121,4 | +148,3            | +158,4                  |
|                                   | $\text{Sr} + \text{H}^2 + \text{O}$              | 121,4 | +217,3            | +227,4                  |
| Baryte (Guntz) .....              | $\text{Ba} + \text{O}$                           | 153   | +133,4            | +161,5                  |
| Bioxyde de baryum (B.).....       | $\text{BaO} + \text{O}$                          | 169   | +12,1             | "                       |
| Id. et eau oxygénée (B.)....      | $\text{BaO}^2 + \text{H}^2\text{O}^2$            | 203   | +10,2             | "                       |
|                                   | $\text{Mg} + \text{O}$                           |       | +143,4            | "                       |
| Magnésie.....                     | $\text{Mg} + \text{O} + \text{H}^2\text{O}$      | 40    | +148,8            | "                       |
|                                   | $\text{Mg} + \text{H}^2 + \text{O}$              | 58    | +217,8            | "                       |
|                                   |  |       | +393 ou           | "                       |
| Alumine.....                      | $\text{Al}^2 + \text{O}^3 + 3\text{H}^2\text{O}$ | 156,8 | +131,0 $\times 3$ | "                       |
| Protoxyde de manganèse (hydraté). | $\text{Mn} + \text{O} + n\text{H}^2\text{O}$     | 71,0  | +95,5             | "                       |
| Bioxyde Id. ....                  | $\text{Mn} + \text{O}^2$                         | 87,0  | +125,3            | "                       |
| Acide chromique.....              | $\text{Cr}^2\text{O}^3$ hydraté + $\text{O}^3$   | 206   | +16,4             | +14,5 ou 4,8 $\times 3$ |
| Protoxyde de fer (hydraté) .....  | $\text{Fe} + \text{O} + n\text{H}^2\text{O}$     | 72    | +68,9             | "                       |
| Peroxyde de fer (hydraté).. ..    | $\text{Fe}^2 + \text{O} + n\text{H}^2\text{O}$   | 160   | +193,1 ou         | "                       |
|                                   |  |       | +64,4 $\times 3$  | "                       |
|                                   |  |       | +270,8 ou         | "                       |
| Oxyde magnétique (B.).....        | $\text{Fe}^3 + \text{O}^4$                       | 232   | +67,7 $\times 4$  | "                       |
|                                   | $\text{FeO} + \text{Fe}^2\text{O}^3$             |       | +9,4              | "                       |
| Oxyde de nickel (hydraté) .....   | $\text{Ni} + \text{O}$                           | 75    | +61,5             | "                       |





TABLEAU III.

Formation des chlorures métalliques, d'après M. Thomsen et autres (1).

| NOMS                             | COMPOSANTS  | POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE         |                         |
|----------------------------------|---|---------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                  |   |                     | État<br>solide          | État<br>dissous         |
| Chlorure de potassium .....      | K + Cl  | 74,6                | +105,7                  | +101,2                  |
| Id. de sodium.....               | Na + Cl   | 58,5                | +97,9                   | +96,6                   |
| Id. d'ammonium (R).....          | Az + H <sup>1</sup> + Cl                          | 53,5                | +76,8                   | +72,8                   |
| Id. de lithium .....             | Li + Cl <sup>2</sup>                              | 42,5                | +93,9                   | +102,3                  |
| Id. de calcium .....             | Ca + Cl <sup>2</sup>                              | 111,0               | +173,4                  | +190,9                  |
| Id. de strontium .....           | Sr + Cl <sup>2</sup>                              | 158,6               | +184,7                  | +195,8                  |
| Id. de baryum .....              | Ba + Cl <sup>2</sup>                              | 208                 | +197,1                  | +199,0                  |
| Id. de magnésium .....           | Mg + Cl <sup>2</sup>                              | 95                  | +151,2                  | +187,1                  |
| Id. d'aluminium.....             | Al <sup>3</sup> + Cl <sup>4</sup>                 | 265,8               | +323,6 ou<br>+107,9 × 3 | +476,2 ou<br>+158,7 × 3 |
| Id. de manganèse.....            | Mn + Cl <sup>2</sup>                              | 126                 | +112,6                  | +128,6                  |
| Sesquichlorure de chrome (Rec.). | Cr <sup>2</sup> Cl <sup>4</sup> + Cl <sup>2</sup> | 317,2               | +78,8                   | +131,8 vert             |

|  |   |        |                               |                                  |
|--|---|--------|-------------------------------|----------------------------------|
| Oxychlorure de chrome (Rec.). . .      | $\text{Cr}^2\text{Cl}^6 \text{ diss.} + \text{O}$   | 262, 2 | "                             | +100, 4                          |
| Chlorure de fer. . .                   | $\text{Fe} + \text{Cl}^2$                           | 127    | + 82, 2                       | +100, 1                          |
| Id. de fer (per). . .                  | $\text{Fe}^2 + \text{Cl}^6$                         | 323    | +192, 3 ou<br>+ 64 $\times$ 3 | +255, 7 ou<br>+ 85, 2 $\times$ 3 |
| Id. de nickel. . .                     | $\text{Ni} + \text{Cl}^2$                           | 129, 8 | + 74, 7                       | + 93, 9                          |
| Id. de cobalt. . .                     | $\text{Co} + \text{Cl}^2$                           | 129, 7 | + 76, 7                       | + 95, 0                          |
| Id. de zinc. . .                       | $\text{Zn} + \text{Cl}^2$                           | 136    | + 97, 4                       | +113, 0                          |
| Id. de cadmium. . .                    | $\text{Cd} + \text{Cl}^2$                           | 183    | + 93, 7                       | + 96, 4                          |
| Chlorhydrate de chl. de Cd (B). . .    | $\text{CdCl}^2 + 2\text{HCl} + 7\text{H}^2\text{O}$ | 382    | + 40, 2                       | "                                |
| Id. de cuivre (proto) [B.] . .         | $\text{Cu}^2 + \text{Cl}^2$                         | 196, 6 | + 70, 8                       | "                                |
| Id. de cuivre (bi). . .                | $\text{Cu} + \text{Cl}^2$                           | 133, 8 | + 51, 4                       | + 62, 5                          |
| Oxychlorure de cuivre anhydre (B). . . | $3\text{CuO} + \text{Cu Cl}^2$                      | 372, 6 | + 1, 2                        |                                  |
| Chlorure de plomb. . .                 | $\text{Pb} + \text{Cl}^2$                           | 277, 9 | + 83, 9                       | + 77, 9                          |
| Chlorure de thallium. . .              | $\text{Tl} + \text{Cl}$                             | 239, 5 | + 48, 6                       | + 38, 4                          |
| Chlorure d'étain (proto). . .          | $\text{Sn} + \text{Cl}^2$                           | 189, 1 | + 80, 9                       | + 81, 3                          |
| Chlorure d'étain (bi). . .             | $\text{Sn} + \text{Cl}^4$                           | 260, 1 | +129, 8 (liq)                 | +158, 3                          |
| Id. d'or (per). . .                    | $\text{Au}^2 + \text{Cl}^6$                         | 607    | + 45, 6                       | + 51, 6                          |

(1) Même remarque que pour les calculs du Tableau précédent

**TABLEAU III** (suite).  
**Formation des chlorures métalliques, d'après M. Thomsen et autres <sup>(1)</sup>.**

| NOMS   | COMPOSANTS  | POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE |                 |
|--|---|---------------------|-----------------|-----------------|
|  |   |                     | État<br>solide  | État<br>dissous |
| Chlorure de cuivre hydraté (atacamite) (B.)..... | {<br>3 Cu O + Cu Cl <sup>2</sup><br>+ 4 H <sup>2</sup> O liq. | 444,6               | + 23,0          | "               |
| Chlorure de mercure (proto) ....                 |   | 471,0               | + 62,6          | "               |
| Id. de mercure (bi).....                         | Hg <sup>2</sup> + Cl <sup>2</sup>                             | 271,0               | + 53,3          | + 50,5          |
| Chlorure d'argent.....                           | Hg + Cl <sup>2</sup>  | 1743,4              | + 29,0          | "               |
| Protochlorure d'argent (Cu).....                 | Ag + Cl   | 251,3               | + 29,5          | "               |
| Chlorure de bismuth.....                         | Ag <sup>2</sup> + Cl  | 314,5               | + 90,6          | "               |
| Chlorure d'antimoine.....                        | Bi + Cl <sup>3</sup>  | 228,5               | + 91,4          | "               |
| Perechlorure id. ....                            | Sb + Cl <sup>3</sup>  | 299,5               | + 104,9(liq)    | "               |
| Oxychlorure (Güntz).....                         | Sb + Cl <sup>5</sup>  | 347,0               | + 179,6         | "               |
| Chlorure palladeux (Jo).....                     | Sb <sup>2</sup> + O <sup>2</sup> + Cl <sup>2</sup>            | 177,6               | + 40,5          | "               |
|  | Pd + Cl <sup>2</sup>  |                     |                 | "               |





TABLEAU IV. — Formation des sulfures métalliques <sup>(1)</sup>.

| NOMS                       | COMPOSANTS            | POIDS<br>du composé | CHALEUR DÉGAGÉE,<br>le composé étant |                      | AUTEURS |
|----------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|----------------------|---------|
|                            |                       |                     | solide                               | dissous              |         |
| Sulfure de potassium.....  | $K^2 + S$             | 110,2               | + 103,5                              | + 113,5              | T. Sab. |
| Polysulfure id.....        | $K^2S + S^3$          | 206,2               | + 15,1                               | + 5,9 <sup>(2)</sup> | Sab.    |
| Sulphhydrate id.....       | $K^2S + H^2S$ gaz.    | 144,2               | + 20,7                               | + 7,7 <sup>(2)</sup> | Sab.    |
| Sulfure de sodium.....     | $Na^2 + S$            | 78                  | + 89,3                               | + 104,3              | T. Sab. |
| Polysulfure id.....        | $Na^2S + S^3$         | 154                 | + 9,7                                | + 4,5 <sup>(2)</sup> | Sab.    |
| Sulphhydrate de sodium.... | $Na^2S + H^2S$ gaz.   | 112                 | + 18,5                               | + 7,6 <sup>(2)</sup> | Sab.    |
| Sulfure d'ammonium.....    | $2Az + 2H^4 + S$      | 68                  | "                                    | + 57,7               | B.      |
| Sulphhydrate id.....       | $Az^2 + H^{10} + S^2$ | 102                 | + 80,9                               | + 73,4               | B.      |
| Sulfure de lithium.....    | $Li^2 + S$            | 46                  | "                                    | + 115,4              | T.      |
| Id. de strontium.....      | $Sr^2 + S$            | 119,5               | + 99,3                               | + 106,7              | Sab.    |
| Id. de calcium.....        | $Ca + S$              | 72                  | + 94,3                               | + 100,6              | Sab.    |
| Id. de baryum.....         | $Ba + S$              | 169,1               | + 102,9                              | + 109,8              | Sab.    |
| Id. de magnésium.....      | $Mg + S$              | 56                  | + 70,6                               | "                    | Sab.    |

| Id.                       | de manganèse (pyr.) | mn + s  | g     | + | g    |        |
|---------------------------|---------------------|---|-------|---|------|--------|
| Id.                       | de fer id.....      | Fe + S  | 84    | + | 24,0 | B.     |
| Id.                       | de zinc id. ....    | Zn + S  | 97    | + | 43,0 | B.     |
| Id.                       | de cadmium id...    | Cd + S  | 111   | + | 34,4 | T.     |
| Id.                       | de cobalt id.....   | Co + S  | 90,7  | + | 21,9 | T.     |
| Id.                       | de nickel id.....   | Ni + S  | 90,8  | + | 19,5 | T.     |
| Id.                       | de plomb id.....    | Pb + S  | 239   | + | 20,2 | B.     |
| Id.                       | de thallium id. .   | Tl + S  | 440   | + | 21,6 | T.     |
| Id.                       | de cuivre id.....   | Cu + S  | 95,3  | + | 10,1 | T.     |
| Id.                       | de mercure noir..   | Hg + S  | 232   | + | 10,6 | B.     |
| Id.                       | de mercure rouge.   | "   | "     | + | 10,9 | Varet. |
| Id.                       | d'argent id.....    | Ag <sup>2</sup> + S                                     | 247,8 | + | 3,0  | B.     |
| Id.                       | d'antimoine.....    | Sb <sup>2</sup> + S <sup>3</sup>                        | 336   | + | 34,4 | B.     |
| Id.                       | id. ....            | Sb <sup>2</sup> S <sup>3</sup> orangé<br>changé en noir | 336   |   | 0,0  | B.     |
| Sélénium de potassium ... |                     | K <sup>2</sup> + Se                                     | 157,2 | + | 79,6 | Fabre. |
| Id. d'argent.....         |                     | Ag <sup>2</sup> + Se                                    | 294,8 | + | 2,0  | Fabre. |

(<sup>1</sup>) Ces nombres se rapportent au soufre solide. Les sulfures solides métalliques, à partir du manganèse, sont les sulfures précipités, aucune expérience n'ayant été faite sur les sulfures cristallisés.

(<sup>2</sup>) Composants dissous.

## TABLEAU V.

Formation des sels ammoniacaux solides depuis leurs éléments gazeux, d'après M. Berthelot.

|                                |                               |        |
|--------------------------------|-------------------------------|--------|
| Fluorhydrate.....              | $F + H^2 + Az$                | + 88,0 |
| Chlorhydrate.....              | $Cl + H^4 + Az$               | + 76,8 |
| Bromhydrate.....               | $Br \text{ (gaz)} + H^4 + Az$ | + 70,1 |
| Iodhydrate.....                | $I \text{ (gaz)} + H^4 + Az$  | + 57,0 |
| Azotite.....                   | $O^2 + H^4 + Az^2$            | + 65,0 |
| Azotate.....                   | $O^3 + H^4 + Az^2$            | + 88,6 |
| Perchlorate.....               | $Cl + O^4 + H^4 + Az$         | + 79,7 |
| Chlorh. d'oxymm..              | $Cl + H_4 + Az + O$           | + 75,9 |
| Chlorh. d'hydrazine.           | $Cl^2 + H^6 + Az^3$           | + 93,7 |
| Azothhydrate d'ammoniaque..... | $Az^4 + H^2$                  | - 19,0 |

## TABLEAU VI.

Décompositions multiples d'un composé explosif, par M. Berthelot.

$AzO^6H, AzH^3$  solide <sup>(1)</sup> =

|  | EAU     |         |
|--|---------|---------|
|  | liquide | gazeuse |
| $Az^2O + 2H^2O$ .....  | + 29,5  | + 10,2  |
| $Az^2 + O + 2H^2O$ .....                                     | + 50,1  | + 30,7  |
| $Az + AzO + 2H^2O$ .....                                     | + 28,5  | + 9,2   |
| $\frac{4}{3}Az + \frac{2}{3}Az^2O^3 + 2H^2O$ .....           | + 42,5  | + 23,2  |
| $\frac{8}{3}Az + \frac{1}{3}AzO^2 + 2H^2O$ .....             | + 48,8  | + 29,5  |
| $\frac{1}{8}AzO^8H + \frac{8}{5}Az + \frac{18}{5}H^2O$ ..... | + 52,7  | + 33,2  |
| $AzO^3H + AzH^3$ (tous deux gaz)..                           |         | - 41,3  |

(1) Si le sel était fondu, ces nombres devraient être accrus de + 4 environ.

## TABLEAU VII.

Formation des principaux oxydes solides,  
depuis leurs éléments pris dans leur état actuel,  
d'après M. Berthelot.

|                 |                          |              |
|-----------------|--------------------------|--------------|
| Azotates .....  | $Az + O^2 + K$           | +119,0       |
|                 | $Az + O^2 + Na$          | +110,7       |
|                 | $Az^2 + O^3 + H^4$       | + 88,6       |
|                 | $Az^2 + O^6 + Sr$        | +219,9       |
|                 | $Az^2 + O^6 + Ca$        | +205,5       |
|                 | $Az^2 + O^6 + Pb$        | +105,4       |
|                 | $Az + O^3 + Ag$          | + 28,7       |
| Sulfates.....   | $S + O^4 + K^2$          | +344,3       |
|                 | $S + O^4 + K + H$        | +276,1       |
|                 | $S + O^4 + Na^2$         | +328,1       |
|                 | $S + O^4 + 2H^4 + 2Az$   | +283,5       |
|                 | $S + O^4 + Sr$           | +330,2       |
|                 | $S + O^4 + Ca$           | +320,9       |
|                 | $S + O^4 + Mg$           | +300,9       |
|                 | $S + O^4 + Mn$           | +249,4       |
|                 | $S + O^4 + Pb$           | +215,7       |
|                 | $S + O^4 + Zn$           | +229,6       |
| Pyrosulfate.... | $S + O^4 + Cu$           | +181,7       |
|                 | $S + O^4 + Ag$           | +167,1       |
| Persulfate..... | $S^2 + O^7 + K^2$        | +474,2       |
|                 | $S^2 + O^8 + K^2$        | +454,5       |
| Hyposulfate.... | $S^2 + O^8 + Az^2 + H^8$ | +392,9       |
| Sulfites .....  | $S^2 + O^6 + K^2$        | +413,3       |
|                 | $S^2 + O^3 + K^2$        | +273,2       |
| Id. ....        | $S^2 + O^5 + K^2$        | +370,2       |
|                 | $S + O^3 + Na^2$         | +261,4       |
|                 | $S^2 + O^5 + Na^2$       | +347,1       |
| Id. ....        | $S + O^3 + Mg$           | +282,0(Hart) |
|                 | $S + O^3 + Az^2 + H^8$   | +215,5(Fo)   |
|                 | $S^2 + O^5 + Az^2 + H^8$ | +302,1(Fo)   |
| Hyposulfite.... | $S^2 + O^3 + K^2$        | +272,2       |
| Chlorates.....  | $Cl + O^3 + K$           | + 93,8       |
|                 | $KCl + O^3$              | — 11,9       |
|                 | $Cl + O^3 + Na$          | + 84,8       |
|                 | $NaCl + O^3$             | — 13,1       |
|                 | $BaCl^2 + O^6$           | — 12,9×2     |

## TABLEAU VII.

Formation des principaux oxydes solides,  
depuis leurs éléments pris dans leur état actuel,  
d'après M. Berthelot (suite).

|                                   |   |               |
|-----------------------------------|---|---------------|
| Bromate .....                     | Br liq. + O <sup>3</sup> + K                          | + 84,3        |
|                                   | K Br + O <sup>3</sup>                                 | — 11,3        |
| Iodate. ....                      | Isol. + O <sup>3</sup> + K                            | + 126,1       |
|                                   | K I + O <sup>3</sup>                                  | + 45,9        |
|                                   | Cl + O <sup>4</sup> + K                               | + 113,5       |
| Perchlorates...                   | K Cl + O <sup>4</sup>                                 | + 7,8         |
|                                   | Cl + O <sup>4</sup> + Na                              | + 100,3       |
|                                   | Na Cl + O <sup>4</sup>                                | + 2,4         |
|                                   | P + O <sup>4</sup> + Na <sup>3</sup>                  | + 452,4       |
| Phosphates. ....                  | P + O <sup>4</sup> + Na <sup>2</sup> + H              | + 414,9       |
|                                   | P + O <sup>4</sup> + Na + H <sup>2</sup>              | + 365,0       |
|                                   | P <sup>2</sup> + O <sup>8</sup> + Ca <sup>3</sup>     | + 919,2       |
| Borate.....                       | B <sup>4</sup> + O <sup>7</sup> + Na <sup>2</sup>     | + 748,1       |
| Silicate.....                     | Si crist. + O <sup>3</sup> + Ca                       | + 344,4       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + K <sup>2</sup>                   | + 278,8       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + Na <sup>2</sup>                  | + 270,8       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + Sr                               | + 279,2       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + Ca                               | + 274 (spath) |
| Carbonates<br>(carbone diamant ). | C + O <sup>3</sup> + Mg                               | + 266,6       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + Mn                               | + 208,6       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + Pb                               | + 166,7       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + Zn                               | + 194,2       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + Ag <sup>2</sup>                  | + 120,5       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + K + H                            | + 233,3       |
| Bicarbonates ...                  | C + O <sup>3</sup> + Na + H                           | + 227,0       |
|                                   | C + O <sup>3</sup> + Az + H <sup>4</sup>              | + 205,3       |
| Formiates<br>(même remarque ).    | C + H + K + O <sup>2</sup>                            | + 164,0       |
|                                   | C + H + Na + O <sup>2</sup>                           | + 159,0       |
| Acétates<br>(même remarque ).     | C <sup>2</sup> + H <sup>3</sup> + K + O <sup>2</sup>  | + 175,7       |
|                                   | C <sup>2</sup> + H <sup>3</sup> + Na + O <sup>2</sup> | + 170,3       |
|                                   | C <sup>2</sup> + H <sup>7</sup> + Az + O <sup>2</sup> | + 150,2       |

## TABLEAU VII.

Formation des principaux oxysets solides,  
depuis leurs éléments pris dans leur état actuel,  
d'après M. Berthelot (suite et fin).

|                              |   |                          |   |                        |
|------------------------------|---|--------------------------|---|------------------------|
| Oxalates<br>(même remarque). | { | $C^2 + K^2 + O^4$        | { | +324,7 ou<br>162,3 × 2 |
|                              |   | $C^2 + Na^2 + O^4$       | { | +315,0 ou<br>157,5 × 2 |
|                              |   | $C^2 + H^8 + Az^2 + O^4$ | { | +270,1 ou<br>135,1 × 2 |
|                              |   | $C^2 + Ag^2 + O^4$       | { | +155,7 ou<br>77,8 + 2  |

## SELS ACIDES.

|                  |   |  |   |        |
|------------------|---|--|---|--------|
| Bisulfates ..... | { | $SO^8 + SO^4 K^2 = S^2 O^7 K^2$                      | { | + 27,7 |
|                  |   | $SO^4 H^2 \text{ sol.} + SO^4 K^2$                   | { | + 15,0 |
|                  |   | $= S^2 O^8 K^2 H^2$                                  | { |        |
|                  |   | $SO^4 H^2 \text{ sol.} + SO^4 Na^2$                  | { | + 17,0 |
| Bichromate....   | { | $Cr O^3 + Cr O^4 K^2$                                | { | + 15,0 |
|                  |   | $IO^3 H + IO^3 K$                                    | { | + 3,3  |
| Bioxalate.....   |   | $\frac{1}{2} C^2 H^2 O^4 + \frac{1}{2} C^2 Na^2 O^4$ |   | + 1,9  |
| Bitartrate ..... | { | $\frac{1}{2} C^4 H^6 O^6$                            | { | + 7,5  |
|                  |   | $+ \frac{1}{2} C^4 H^4 Na^2 O^6$                     | { |        |
| Biacétate.....   | { | $C^2 H^4 O^2 \text{ sol.}$                           | { | + 0,1  |
|                  |   | $+ C^2 H^3 Na O^2$                                   | { |        |
| Triacétate.....  | { | $2 C^2 H^4 O^2 \text{ sol.}$                         | { | + 5,5  |
|                  |   | $+ C^2 H^3 Na O^2$                                   | { |        |

## SELS DOUBLES (Gh, T).

|               |   |                       |   |       |
|---------------|---|-----------------------|---|-------|
| Sulfates..... | { | $SO^4 K^2 + SO^4 Zn$  | { | + 3,9 |
|               |   | $SO^4 K^2 + SO^4 Cu$  | { | + 0,2 |
|               |   | $SO^4 K^2 + SO^4 Mn$  | { | + 0,8 |
|               |   | $SO^4 Na^2 + SO^4 Mn$ | { | + 1,2 |

## TABLEAU VIII.

Formation des principaux sels, dans l'état dissous ou précipité,  
au moyen des acides dissous ( 1 équiv. dissous dans 2 litres ou 4 litres de liqueur )  
vers 15 degrés, d'après MM. Berthelot et Thomsen.

| BASES.                        | CHLORURES<br>$\text{HCl}$<br>1 éq. = 2 l. | AZOTATES<br>$\text{AzO}^6\text{H}$<br>1 éq. = 2 l. | ACÉTATES<br>$\text{C}^4\text{H}^4\text{O}^4$<br>1 éq. = 2 l. | FORMATES<br>$\text{C}^2\text{H}^3\text{O}^4$<br>1 éq. = 2 l. | OXALATES<br>$\frac{1}{2}\text{C}^4\text{H}^2\text{O}^8$<br>1 éq. = 4 l. | SULFATES<br>$\text{SO}^4\text{H}$<br>1 éq. = 2 l. | SULFURES<br>$\text{HS}$<br>1 éq. = 8 l. | CYANURES<br>$\text{CyH}$<br>1 éq. = 2 l. | CARBONATES<br>$\text{CO}^3$<br>1 éq. = 13 l. |
|-------------------------------|---|--|--|--|---|---|---|--|--|
| $\text{NaOH}^{(1)}$           | 13,7                                      | 13,7   | 13,3   | 13,4   | 14,3  | 15,85   | 3,85                                    | 2,9                                      | 10,2   |
| $\text{KOH}$                  | 13,7                                      | 13,8   | 13,3   | 13,4   | 14,3  | 15,7  | 3,85                                    | 3,0                                      | 10,1   |
| $\text{AzH}^3$                | 12,45                                     | 12,5   | 12,0   | 11,9   | 12,7  | 14,5  | 3,1                                     | 1,3                                      | 5,3  |
| $\frac{1}{2}\text{CaO}^{(2)}$ | 14,0                                      | 13,9   | 13,4   | 13,5   | 18,5 <sup>(5)</sup>   | 15,6  | 3,9                                     | 3,2                                      | 9,8 <sup>(5)</sup>                           |
| $\frac{1}{2}\text{BaO}^{(3)}$ | 13,85                                     | 13,9   | 13,4   | 13,5   | 16,7  | 18,4 <sup>(5)</sup>                               | "                                       | 3,2                                      | 11,1   |
| $\frac{1}{3}\text{SrO}^{(4)}$ | 14,0                                      | 13,9   | 13,3   | 13,5   | 17,6  | 15,4 <sup>(5)</sup>                               | "                                       | 3,1                                      | 10,5 <sup>(6)</sup>                          |
| $\frac{1}{2}\text{MgO}^{(5)}$ | 13,8 <sup>(8)</sup>                       | 13,8 <sup>(8)</sup>                                | "  | "  | "   | 15,6  | "                                       | "  | 9,0  |
| $\frac{1}{2}\text{MnO}^{(6)}$ | 11,8                                      | 11,7   | 11,3 <sup>(8)</sup>  | 10,7   | 14,3  | 13,5  | 5,1 <sup>(5)</sup>                      | "  | 6,8 <sup>(6)</sup>                           |
| $\frac{1}{2}\text{FeO}$       | 10,7                                      | "  | 9,9  | "  | "   | 12,5  | 7,3                                     | "  | 5,0  |
| $\frac{1}{2}\text{NiO}$       | 11,3                                      | "  | "  | "  | "   | 13,1  | "                                       | "  | "  |
| $\frac{1}{2}\text{CoO}$       | 10,6                                      | "  | "  | "  | "   | 13,3  | "                                       | "  | "  |



|  |                     |     |     |   |      |      |       |                     |     |
|--|---------------------|-----|-----|---|------|------|-------|---------------------|-----|
| $\frac{1}{2}$ PbO  | "                   | "   | "   | " | "    | "    | "     | "                   | "   |
| $\frac{1}{2}$ CuO  | 7,5                 | 6,2 | 6,6 | " | "    | 9,2  | 15,8  | "                   | "   |
| $\frac{1}{2}$ HgO <sup>(5)</sup>                             | "                   | 3,0 | "   | " | "    | "    | 24,35 | 15,5                | 2,4 |
| $\frac{1}{2}$ Ag <sup>2</sup> O <sup>(5)</sup>               | 5,2 <sup>(11)</sup> | 4,7 | "   | " | 12,9 | 7,2  | 27,9  | 20,9 <sup>(5)</sup> | 6,9 |
| $\frac{1}{6}$ Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>  | "                   | "   | "   | " | "    | 10,5 | "     | "                   | "   |
| $\frac{1}{6}$ Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> <sup>(7)</sup>  | 5,9                 | 4,5 | "   | " | "    | 5,7  | "     | "                   | "   |
| $\frac{1}{6}$ Cr <sup>2</sup> O <sup>3</sup> <sup>(12)</sup> | "                   | "   | "   | " | "    | 8,2  | "     | "                   | "   |

(<sup>1</sup>) 1 équiv. = 2 litres. — (<sup>2</sup>) 1 équiv. = 25 litres. — (<sup>3</sup>) 1 équiv. = 6 litres. — (<sup>4</sup>) 1 équiv. = 10 litres. — (<sup>5</sup>) Précipité; observation qui s'applique aux oxalates et aux carbonates terreux et métalliques, ainsi qu'aux oxydes et sulfures métalliques. — (<sup>6</sup>) Cristallisé. — (<sup>7</sup>) Hydraté. — (<sup>8</sup>) 1 équiv. = 4 litres; ce qui s'applique à tous les sels formés par des oxydes insolubles. — (<sup>9</sup>) Très étendu. — (<sup>10</sup>) HgCl solide + 11,0; HBr étendu : HgBr diss. + 13,7; solide + 15,4; HI étendu HgI rouge + 23,2. — (<sup>11</sup>) HBr étendu + AgO : + 22,5 à + 25,5; HI étendu + AgO : + 26,5 d'abord, puis + 32,1. — (<sup>12</sup>) Oxyde des sels violets; Oxyde provenant de CrCl oxydé prend 2HCl : 7,0  $\times$  2; Oxyde modifié par NaO, prend 2HCl : + 5,0  $\times$  2 (Rec.).

La chaleur, dégagée dans la formation des sels métalliques, varie notablement avec la concentration; il en est de même pour les sels ammoniacaux formés par les acides faibles et pour les alcoolates alcalins. La formation des bromures et iodures solubles dégage en général la même quantité de chaleur que la formation des chlorures correspondants. Il en est de même des azotates, chlorates, bromates, hyposulfates solubles. La formation des sels solubles de lithine et d'oxyde de thallium dégage la même chaleur que celle des sels de soude correspondants.

**TABLEAU IX. — Chaleur dégagée dans la formation du diamant, hydrogène gazeux, oxygène gazeux d'après les chaleurs**

| NOMS                           | COMPOSANTS                            | POIDS<br>moléculaire |
|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| <b>Carbures</b>                |                                       |                      |
| Carb. amorphe changé en diam.  | C                                     | 12                   |
| Oxyde de carbone.....          | C + O                                 | 28                   |
| Acide carbonique.....          | C + O <sup>2</sup>                    | 44                   |
| Acétylène.....                 | 2 (C + H)                             | 26 ou 13 >           |
| Éthylène.....                  | 2 (C + H <sup>2</sup> )               | 28 ou 14 >           |
| Méthyle (hydrure d'éthylène).  | 2 (C + H <sup>3</sup> )               | 30 ou 15 >           |
| Formène.....                   | C + H <sup>4</sup>                    | 16                   |
| Allylène.....                  | C <sup>3</sup> + H <sup>4</sup>       | 40                   |
| Propylène.....                 | C <sup>3</sup> + H <sup>6</sup>       | 42                   |
| Triméthylène.....              | C <sup>3</sup> + H <sup>6</sup>       | 42                   |
| Hydrure de propylène.....      | C <sup>3</sup> + H <sup>6</sup>       | 44                   |
| Amylène.....                   | C <sup>5</sup> + H <sup>10</sup>      | 70 ou 14 >           |
| Diamylène.....                 | 2 (C <sup>5</sup> + H <sup>10</sup> ) | 140                  |
| Benzine.....                   | C <sup>6</sup> + H <sup>6</sup>       | 78                   |
| Dipropargyle.....              | 2 (C <sup>3</sup> + H <sup>3</sup> )  | 78                   |
| Diallyle.....                  | 2 (C <sup>3</sup> + H <sup>5</sup> )  | 82                   |
| Toluène.....                   | C <sup>7</sup> + H <sup>8</sup>       | 92                   |
| Styrolène.....                 | C <sup>8</sup> + H <sup>8</sup>       | 104                  |
| Cymène (propylt.-para).....    | C <sup>10</sup> + H <sup>14</sup>     | 134                  |
| Camphène cristallisé inactif.. | C <sup>10</sup> + H <sup>16</sup>     | 136                  |
| Citrène.....                   | C <sup>10</sup> + H <sup>13</sup>     | 136                  |
| Térébenthène liquide.....      | C <sup>10</sup> + H <sup>16</sup>     | 136                  |
| Naphtaline.....                | C <sup>10</sup> + H <sup>8</sup>      | 128                  |
| Diphényle.....                 | C <sup>12</sup> + H <sup>10</sup>     | 154                  |
| Acénaphtène.....               | C <sup>12</sup> + H <sup>10</sup>     | 154                  |
| Dibenzyle.....                 | C <sup>14</sup> + H <sup>14</sup>     | 182                  |
| Stilbène.....                  | C <sup>14</sup> + H <sup>12</sup>     | 180                  |

es composés organiques depuis leurs éléments : carbone  
 note gazeux, calculée par M. Berthelot,  
 mbustion et autres données.

| CHALEUR DÉGAGÉE,<br>le composé étant |         |        |         | AUTEURS | CHALEUR<br>de<br>combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel) |
|--------------------------------------|---------|--------|---------|---------|---|
| gazeux                               | liquide | solide | dissous |         |   |

Carbures

|       |        |        |        |                         |              |
|-------|--------|--------|--------|-------------------------|--------------|
| "     | "      | + 3,35 | "      | F. et S. [B.<br>et P.]. | 94,3 (diam.) |
| +26,1 | "      | "      | "      | B.                      | 68,3         |
| +94,3 | "      | "      | + 99,9 | B. et Pet.              | "            |
| -58,1 | "      | "      | "      | [B.] T.                 | 315,7        |
| -14,6 | "      | "      | "      | [B.]                    | 341,1        |
| +23,3 | "      | "      | "      | T. [B. et M.]           | 372,3        |
| +18,9 | "      | "      | "      | B.                      | 213,5        |
| -52,6 | "      | "      | "      | [B. et Mat.]            | 473,6        |
| - 9,4 | "      | "      | "      | [B. et Mat.] T.         | 499,3        |
| -17,1 | "      | "      | "      | T. [B. et Mat.]         | 507,0        |
| +30,5 | "      | "      | "      | T. [B. et Mat.]         | 528,4        |
| + 7,3 | + 12,5 | "      | "      | F. et S.                | 811,3        |
| +29,9 | + 36,8 | "      | "      | B.                      | 1596,2       |
| -11,3 | - 4,1  | - 1,8  | "      | [B.] T. St.             | 784,1 (gaz)  |
| -80,8 | "      | "      | "      | B. et Og.               | 853,6 (gaz)  |
| + 6,5 | "      | "      | "      | B. et Og.               | 904,3 (gaz)  |
| "     | + 2,3  | "      | "      | Stoh.                   | 933,8        |
| "     | - 16,1 | "      | "      | Stoh.                   | 1045,5       |
| "     | + 13,5 | "      | "      | St.                     | 1412,5       |
| "     | "      | + 27,2 | "      | B. et Vie.              | 1467,8       |
| +12,2 | + 21,7 | "      | "      | F. et S. [B. et M.]     | 1473,3       |
| - 5,2 | + 4,2  | "      | "      | F. et S. [B. et M.]     | 1490,8       |
| "     | - 27,4 | - 22,8 | "      | B., Vie, Rec, L.        | 1241,8       |
| "     | "      | - 33,5 | "      | B. et Vie.              | 1510,1       |
| "     | "      | - 44,6 | "      | B. et Vie.              | 1521,2       |
| "     | "      | - 27,0 | "      | B. et Vie.              | 1830,2       |
| "     | "      | - 48,1 | "      | B. et V.                | 1777,3       |

**TABLEAU IX** (suite). — Chaleur dégagée d'éléments : carbone diamant, hydrogène

| NOMS                       | COMPOSANTS              | POIDS<br>moléculaire |
|----------------------------|-------------------------|----------------------|
| <b>Carbures (suite).</b>   |                         |                      |
| Anthracène.....            | $C^{14} + H^{10}$       | 178                  |
| Phénanthrène.....          | $C^{14} + H^{10}$       | 178                  |
| Rétène.....                | $C^{18} + H^{18}$       | 234                  |
| Chrysène.....              | $C^{18} + H^{12}$       | 228                  |
| <b>Alcools</b>             |                         |                      |
| Alcool                     |                         |                      |
| méthylique.....            | $C + H^4 + O$           | 32                   |
| ordinaire.....             | $C^2 + H^6 + O$         | 46                   |
| propylique.....            | $C^3 + H^8 + O$         | 60                   |
| butylique (iso).....       | $C^4 + H^{10} + O$      | 74                   |
| triméthylcarbinol.....     | $C^4 + H^{10} + O$      | 74                   |
| amylique (fermentation)... | $C^5 + H^{12} + O$      | 88                   |
| caprylique.....            | $C^8 + H^{18} + O$      | 130                  |
| éthalylique.....           | $C^{16} + H^{34} + O$   | 242                  |
| allylique.....             | $C^3 + H^6 + O$         | 58                   |
| campholique (bornéol)....  | $C^{10} + H^{18} + O$   | 100                  |
| Alcool benzylique.....     | $C^7 + H^8 + O$         | 108                  |
| Menthol.....               | $C^{10} + H^{20} + O$   | 156                  |
| Phénol.....                | $C^6 + H^6 + O$         | 94                   |
| Orcine.....                | $C^7 + H^8 + O^2$       | 124                  |
| Thiophène.....             | $C^4 + H^4 + S$         | 84                   |
| Hydroquinon.....           | $C^6 + H^6 + O^2$       | 110                  |
| Pyrogallol.....            | $C^6 + H^6 + O^3$       | 126                  |
| Glycol.....                | $C^2 + H^6 + O^2$       | 62                   |
| Propylglycol.....          | $C^3 + H^8 + O^2$       | 76                   |
| Pinacone.....              | $C^6 + H^{14} + O^2$    | 118                  |
| Terpine.....               | $C^{10} + H^{20} + O^2$ | 172                  |
| Glycérine.....             | $C^3 + H^8 + O^3$       | 92                   |
| Érythrite.....             | $C^4 + H^{10} + O^4$    | 122                  |
| Arabitol.....              | $C^5 + H^{12} + O^5$    | 152                  |

# Formation des composés organiques depuis leurs gazeux, oxygène gazeux, azote gazeux, etc.

| CHALEUR DÉGAGÉE,<br>le composé étant |         |        |         | AUTEURS | CHALEUR<br>de combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel) |
|--------------------------------------|---------|--------|---------|---------|--|
| gazeux                               | liquide | solide | dissous |         |  |

|                   |   |        |   |            |        |
|-------------------|---|--------|---|------------|--------|
| Carbures (suite). |   |        |   |            |        |
| "                 | " | — 42,4 | " | B. et Vie. | 1707,6 |
| "                 | " | — 35,2 | " | B. et Vie. | 1700,4 |
| "                 | " | — 6,8  | " | B. et Vie. | 2325,2 |
| "                 | " | — 28,9 | " | Stoh.      | 2146,3 |

|         |         |         |         |                              |              |
|---------|---------|---------|---------|------------------------------|--------------|
| Alcools |         |         |         |                              |              |
| — 53,3  | + 61,7  | "       | + 63,7  | F. et S. (Stoh.)             | 170,6        |
| — 59,8  | + 69,9  | "       | + 72,4  | [B.] D.A.F.S.                | 325,7        |
| — 68,6  | + 78,6  | "       | + 81,7  | L.                           | 480,3        |
| "       | + 85,5  | "       | + 88,4  | L.                           | 636,7        |
| "       | "       | + 89,4  | + 92,6  | L.                           | 632,8        |
| — 80,9  | + 91,6  | "       | + 94,4  | F. et S [L.].                | 793,9        |
| "       | + 113,3 | "       | "       | L.                           | 1262,1       |
| "       | "       | + 177,6 | "       | F. et S [St.].               | 2504,2       |
| "       | + 47,2  | "       | + 49,3  | L.                           | 442,7        |
| "       | "       | + 97,0  | "       | L.                           | 1467         |
| — 30,2  | + 40,8  | "       | "       | Stoh.                        | 895,3        |
| "       | + 121,1 | + 123,0 | "       | L.                           | 1509,2       |
| "       | + 34,5  | + 36,8  | + 34,2  | F. S. T. St.<br>[B., V., L.] | 736,0 (sol.) |
| "       | "       | + 111,4 | + 109,0 | Stoh.                        | 824,7        |
| "       | — 14,9  | "       | "       | B. et Mat.                   | "            |
| "       | "       | + 87,3  | + 82,9  | B. et L.                     | 685,5        |
| "       | "       | + 139,5 | + 135,8 | B. et L.                     | 633,3        |
| — 106,2 | + 112,3 | "       | + 114,0 | L.                           | 283,3        |
| "       | + 127,7 | "       | "       | L.                           | 431,2        |
| "       | "       | + 151,1 | "       | L.                           | 897,7        |
| "       | "       | + 176,3 | "       | L.                           | 1456,7       |
| "       | + 161,7 | + 165,6 | + 167,1 | L [Stoh.]                    | 397,2 (liq.) |
| "       | "       | + 219,7 | + 214,4 | B. et Mat.                   | 502,6        |
| "       | "       | + 273,5 | "       | Stoh.                        | 612          |

**TABLEAU IX (suite). — Chaleur dégagée des éléments : carbone diamant, hydrogène**

| NOMS  | COMPOSANTS                 | POIDS<br>moléculaire |
|---|----------------------------|----------------------|
| <b>Alcools (suite).</b>   |                            |                      |
| Mannite.....  | $C^6 + H^{14} + O^6$       | 182                  |
| Glucose.....  | $C^6 + H^{12} + O^6$       | 180                  |
| Inosite.....  | $C^6 + H^{12} + O^6$       | 180                  |
| Quercite.....   | $C^6 + H^{12} + O^5$       | 164                  |
| Glucoseptite.....   | $C^7 + H^{16} + O^7$       | 212                  |
| Éther méthylque.....  | $C^2 + H^6 + O$            | 46                   |
| Éther ordinaire.....  | $C^4 + H^{10} + O$         | 74                   |
| Éther glycolique.....   | $C^2 + H^4 + O$            | 44                   |
| Arabinose.....  | $C^5 + H^{10} + O^5$       | 150                  |
| Polyglucosides { amidon.....<br>{ inuline, gomme arabique.....<br>{ dextrine..... | $n(C^6 + H^{10} + O^5)$    | 162 n                |
| Cellulose (coton).....  | $n(C^5 + H^{10} + O^5)$    | 162 n                |
| Saccharose.....   | $C^{12} + H^{22} + O^{11}$ | 342                  |
| Lactose (sucre de lait).....  | $C^{12} + H^{22} + O^{11}$ | 342                  |
| Tréhalose.....  | ld.                        | 342                  |
| Maltose.....  | ld.                        | 342                  |
| Mélitose (raffinose).....   | $C^{18} + H^{32} + O^{16}$ | 504                  |
| Glucoseptose.....   | $C^7 + H^{14} + O^7$       | 210                  |
| <b>Aldéhydes</b>  |                            |                      |
| Aldéhyde méthylque.....   | $C + H^2 + O$              | 30                   |
| Aldéhyde.....   | $C^2 + H^4 + O$            | 44                   |
| Aldol.....  | $C^4 + H^8 + O^2$          | 88                   |
| Glyoxal.....  | $C^2 + H^2 + O^2$          | 58                   |
| Paraldéhyde.....  | $C^6 + H^{12} + O^3$       | 132                  |
| Acétone.....  | $C^3 + H^6 + O$            | 58                   |
| Aldéhyde valérique.....   | $C^5 + H^6 + O$            | 86                   |
| Aldéhyde benzylique.....  | $C^7 + H^6 + O$            | 106                  |
| Diéthylacétone.....   | $C^5 + H^{10} + O$         | 86                   |
| Ald. crotonique.....  | $C^4 + H^6 + O$            | 70                   |
| OEnanthol.....  | $C^7 + H^{14} + O$         | 114                  |

la formation des composés organiques depuis leurs gazeux, oxygène gazeux. etc.

| CHALEUR DÉGAGÉE,<br>le composé étant |         |        |         | AUTEURS | CHALEUR<br>de combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel) |
|--------------------------------------|---------|--------|---------|---------|--|
| gazeux                               | liquide | solide | dissous |         |  |

Alcools (suite).

|        |        |        |         |                  |              |
|--------|--------|--------|---------|------------------|--------------|
| "      | "      | +320,0 | +315,7  | St. [B. et V.]   | 729,4        |
| "      | "      | +302,6 | +300,4  | B. et Rec.       | 677,2        |
| "      | "      | +313,3 | +300,4  | B. et Rec.       | 666,5        |
| "      | "      | +269,4 | "       | B. et Rec.       | 710,4        |
| "      | "      | +370,9 | "       | Fogh.            | 841,2        |
| + 51,4 | "      | "      | + 59,7  | B.               | 344,2        |
| + 62,8 | + 70,5 | "      | + 76,4  | [B.] D. F. et S. | 651,7 (liq). |
| + 18,2 | + 24,3 | "      | + 25,8  | B.               | 308,4 (gaz). |
| "      | "      | +258,8 | "       | B. et Mat.       | 557,2        |
|        |        | +225,9 |         | Id.              | 684,9        |
| "      | "      | +231,4 | "       | St. [B. et V.]   | 678,3        |
|        |        | à      |         | à                |              |
|        |        | +243,6 |         | Id.              | 667,2        |
| "      | "      | +230,4 | "       | St. [B. et V.]   | 680,4        |
| "      | "      | +535,6 | + 534,8 | St. [B. et V.]   | 1355         |
| "      | "      | +537,4 | "       | Stoh.            | 1351,4       |
| "      | "      | +538,9 | "       | B. et V.         | 1349,9       |
| "      | "      | +538,1 | "       | Stoh.            | 1350,7       |
| "      | "      | +775,3 | "       | B. et Mat.       | 2026,1       |
| "      | "      | +359,2 | "       | Fogh.            | 783,9        |

Aldéhydes

|        |        |        |        |           |              |
|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------|
| - 25,4 | "      | "      | + 40,4 | Delep.    | 137,0 (gaz). |
| - 51,1 | + 57,1 | "      | + 66,9 | B. et Og. | 275,5 (gaz). |
| "      | +106,3 | "      | "      | L.        | 546,9        |
| "      | "      | + 85,2 | + 84,0 | Fo.       | 172,4        |
| "      | +166,6 | "      | "      | L.        | 813,2        |
| - 53,8 | + 66,3 | "      | + 68,8 | F. et S.  | 423,6        |
| "      | + 74,3 | "      | + 73,9 | L.        | 742,2        |
| - 16,0 | + 25,4 | "      | "      | Stoh.     | 841,7        |
| "      | + 79,6 | "      | "      | L.        | 736,9        |
| "      | + 41,9 | "      | "      | L.        | 542,3        |
| "      | + 80,5 | "      | "      | L.        | 1062,6       |

**TABLEAU IX** (suite). — **Chaleur dégagée** des  
éléments : carbone diamant, hydrogène

| NOMS                        | COMPOSANTS              | POIDS<br>moléculaire |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|
| <b>Aldéhydes (suite).</b>   |                         |                      |
| Aldéhyde camphol. (camphre) | $C^{10} + H^{16} + O$   | 152                  |
| Quinon.....                 | $C^6 + H^4 + O^2$       | 108                  |
| Méthylal diméthylque.....   | $C^3 + H^8 + O^2$       | 76                   |
| Acétal.....                 | $C^6 + H^{14} + O^2$    | 118                  |
| Oxyde de mésityle.....      | $C^6 + H^{10} + O$      | 98                   |
| <b>Acides</b>               |                         |                      |
| Acide formique.....         | $C + H^2 + O^2$         | 46                   |
| Id. acétique.....           | $C^2 + H^4 + O^2$       | 60                   |
| Id. id. anhydre.....        | $2(C^2 + H^3 + O^2)$    | 51 ×                 |
| Id. propionique.....        | $C^3 + H^8 + O^2$       | 74                   |
| Id. id. anhydre...          | $2(C^3 + H^5 + O^2)$    | 65 ×                 |
| Id. butyrique.....          | $C^4 + H^8 + O^2$       | 88                   |
| Id. isobutyrique.....       | $C^4 + H^8 + O^2$       | 88                   |
| Id. valérique normal.....   | $C^5 + H^{10} + O^2$    | 102                  |
| Id. caproïque.....          | $C^6 + H^{12} + O^2$    | 116                  |
| Id. nonylique.....          | $C^9 + H^{18} + O^2$    | 158                  |
| Id. oxalique.....           | $C^2 + H^2 + O^4$       | 90                   |
| Id. malonique.....          | $C^3 + H^4 + O^4$       | 104                  |
| Id. tartronique.....        | $C^3 + H^4 + O^5$       | 120                  |
| Id. mésoxalique.....        | $C^3 + H^2 + O^6$       | 136                  |
| Id. succinique.....         | $C^4 + H^6 + O^4$       | 118                  |
| Id. fumarique.....          | $C^4 + H^4 + O^4$       | 116                  |
| Id. maléique.....           | Id.                     | 116                  |
| Id. glycollique.....        | $C^2 + H^4 + O^3$       | 76                   |
| Id. salicylique.....        | $C^7 + H^6 + O^3$       | 138                  |
| Id. paraoxybenzoïque.....   | $C^7 + H^6 + O^3$       | 138                  |
| Id. citrique.....           | $C^6 + H^8 + O^7$       | 192                  |
| Id. benzoïque.....          | $C^7 + H^6 + O^2$       | 122                  |
| Id. cuminique.....          | $C^{10} + H^{12} + O^2$ | 164                  |



la formation des composés organiques depuis leurs  
gazeux, oxygène gazeux, azote gazeux, etc.

| CHALEUR DÉGAGÉE,<br>le composé étant |         |        |         | AUTEURS        | CHALEUR<br>de combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel) |
|--------------------------------------|---------|--------|---------|----------------|--|
| gazeux                               | liquide | solide | dissous |                |  |
| Aldéhydes (suite).                   |         |        |         |                |  |
| "                                    | "       | + 80,3 | "       | L. [Stohet B.] | 1414,7   |
| "                                    | "       | + 47,0 | "       | B., Rec., L.   | 656,8  |
| + 118,2                              | + 125,0 | "      | + 128,2 | B. et Og.      | 440,7 (gaz).   |
| "                                    | + 130,2 | "      | "       | L.             | 918,6  |
| "                                    | + 64,7  | "      | "       | L.             | 846,1  |

## Acides

|              |         |         |         |                     |              |
|--------------|---------|---------|---------|---------------------|--------------|
| 100° + 96,7  | + 101,5 | + 104,9 | + 101,6 | B. et Mat.          | 61,7 (liq.)  |
| 200° + 90,7  |         |         |         |                     |              |
| 120° + 112,1 | + 117,2 | + 119,7 | + 117,6 | F. et S. [B. et M.] | 209,4 (liq.) |
| 250° + 107,2 |         |         |         |                     |              |
| + 145,6      | + 152,3 | "       | "       | B. et L.            | 431,9        |
| + 112,5      | + 122,5 | "       | + 128,1 | L. St.              | 367,4        |
| "            | + 163,7 | "       | "       | L.                  | 747,1        |
| "            | + 128,8 | + 130,3 | + 129,4 | F. et S., St.       | 524,4 (liq.) |
| "            | + 135,2 | "       | "       | L.                  | 518,0        |
| "            | + 134,7 | "       | "       | St.                 | 681,8        |
| "            | + 149,6 | "       | "       | [L.] St.            | 830,2        |
| "            | + 182,2 | "       | "       | L.                  | 1287,4       |
| "            | "       | + 187,8 | "       | St. [L.]            | 759,7        |
| "            | "       | + 213,7 | "       | St. [L.]            | 207,2        |
| "            | "       | + 265,8 | + 261,4 | Mat.                | 255,1        |
| "            | "       | + 292,7 | "       | Mat.                | 128,3        |
| "            | "       | + 229,8 | + 223,4 | St. [L.]            | 354,4        |
| "            | "       | + 196,5 | "       | L.                  | 318,6        |
| "            | "       | + 188,2 | "       | L. St.              | 326,7        |
| "            | "       | + 160,3 | + 157,5 | St.                 | 166,8        |
| "            | "       | + 132,1 | + 125,7 | B., Wr., Rec.       | 735          |
| "            | "       | + 141,2 | + 135,0 | St. B.              | 725,9        |
| "            | "       | + 367,2 | "       | Stoh.               | 474,6        |
| "            | - 91,9  | + 94,2  | + 87,7  | B., Rec. et L.      | 722,9        |
| "            | "       | + 117,1 | "       | St.                 | 1239,9       |

**TABLEAU IX** (suite). — Chaleur dégagée dans les éléments : carbone diamant, hydrogène

| NOMS   | COMPOSANTS                  | POIDS<br>moléculaire |
|--|-----------------------------|----------------------|
| <b>Acides (suite).</b>                                   |                             |                      |
| Acide phtalique (o).....                                 | $C^8 + H^6 + O^4$           | 166                  |
| Id. quinique.....  | $C^7 + H^{12} + O^6$        | 192                  |
| Id. camphorique.....                                     | $C^{10} + H^{16} + O^4$     | 200                  |
| Id. mellique.....  | $C^{12} + H^6 + O^{12}$     | 342                  |
| <b>Éthers</b>  |                             |                      |
| Éthers composés formés par les<br>acides organiques..... | "                           | "                    |
| Éther méthylformique.....                                | $C^2 + H^4 + O^2$           | 60                   |
| Id. éthylformique.....                                   | $C^3 + H^6 + O^2$           | 74                   |
| Id. éthylacétique.....                                   | $C^4 + H^8 + O^2$           | 88                   |
| Id. méthyloxalique.....                                  | $C^4 + H^8 + O^4$           | 118                  |
| Id. éthyloxalique liquide...                             | $C^6 + H^{10} + O^4$        | 146                  |
| Id. méthylcarbonique.....                                | $C^3 + H^6 + O^3$           | 90                   |
| Id. éthylcarbonique.....                                 | $C^5 + H^{10} + O^3$        | 118                  |
| Acide éthylsulfurique.....                               | $C^4 + H^6 + S^2 + O^4$     | 126                  |
| Acide iséthionique.....                                  | Id.                         | 126                  |
| Éther méthylazotique.....                                | $C + H^3 + Az + O^3$        | 77                   |
| Id. azotique.....  | $C^2 + H^5 + Az + O^3$      | 91                   |
| Nitroglycérine.....                                      | $C^3 + H^5 + Az^3 + O^9$    | 227                  |
| Nitromannite.....  | $C^6 + H^8 + Az^6 + O^{18}$ | 432                  |
| Nitrométhane.....  | $C + H^3 + Az + O^2$        | 61                   |

la formation des composés organiques depuis leurs gazeux, oxygène gazeux, azote gazeux, etc.

| CHALEUR DEGAGÉE,<br>le composé étant |         |        |         | AUTEURS | CHALEUR<br>de combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel) |
|--------------------------------------|---------|--------|---------|---------|--|
| gazeux                               | liquide | solide | dissous |         |  |

## Acides (suite).

|   |   |        |        |            |        |
|---|---|--------|--------|------------|--------|
| " | " | +189,8 | "      | B. et L.   | 771,6  |
| " | " | +246,4 | "      | B. et Rec. | 833,7  |
| " | " | +253,2 | +256,7 | L.         | 1241,8 |
| " | " | +550,4 | +546,7 | St.        | 788,2  |

## Éthers

| Approxim. : chaleur de<br>gagée dans la format. de<br>l'acide + chal. de format.<br>de l'alcool - chal. de for-<br>mat. de l'eau - 2,0 pour<br>chaque équival. d'alcool. |        |        |        | R.            | Somme des<br>chaleurs<br>de combustion<br>de l'acide<br>et de l'alcool<br>+ 2,0 :<br>approxim. |
|--|--------|--------|--------|---------------|--|
| "  | "      | "      | "      |               |  |
| + 87,9   | + 91,8 | "      | + 95,9 | [B.] F. et S. | 238,7 (gaz)  |
| +101,5   | +109,3 | "      | +111,4 | [B.] F. et S. | 388,0 (gaz)  |
| +105,2   | +116,1 | "      | +119,2 | [B.] F. et S. | 537,1  |
| "  | +181,7 | +186,0 | +183,8 | B.            | 398,2  |
| +184,0   | +194,6 | "      | +197,7 | B. L.         | 716,2  |
| "  | +150,2 | "      | "      | L.            | 339,7  |
| "  | +174,3 | "      | "      | L.            | 642,2  |
| "  | "      | "      | +212,4 | B.            | "  |
| "  | "      | "      | +211,5 | B.            | "  |
| "  | + 39,9 | "      | "      | B.            | 157,9  |
| "  | + 48,5 | "      | "      | B.            | 312,6  |
| "  | + 94,2 | "      | "      | R.            | 361,2  |
| "  | "      | +179,1 | "      | B.            | 662,7  |
| + 21,8   | + 28,8 | "      | "      | B. et Mat.    | 169,8  |

**TABLEAU IX** (suite). — Chaleur dégagée dans les combinaisons des éléments : carbone diamant, hydrogène

| NOMS  | COMPOSANTS                                 | POIDS moléculaire |
|---|--|-------------------|
| <b>Éthers (suite).</b>                            |  |                   |
| Nitréthane .....                                  | $C^2 + H^5 + Az + O^2$                     | 75                |
| Zincéthyle .....                                  | $C^2 + H^5 + Zn$                           | 123               |
| <b>Composés</b>                                   |  |                   |
| Éther méthylechlorhydrique...                     | $C + H^3 + Cl$                             | 50,5              |
| Id. méthylbromhydrique...                         | $C + H^3 + Br \text{ liq.}$                | 95                |
| Éther méthyliodhydrique.....                      | $C + H^3 + I \text{ sol.}$                 | 142               |
| Formène bichloré.....                             | $C + H^2 + Cl^2$                           | 85                |
| Id. trichloré (chloroformé).....                  | $C + H + Cl^3$                             | 119,5             |
| Id. perchloré.....                                | $C + Cl^4$                                 | 154               |
| Éthylène perchloré.....                           | $C^2 + Cl^4$                               | 166               |
| Éther chlorhydrique.....                          | $C^2 + H^5 Cl$                             | 64,5              |
| Id. bromhydrique.....                             | $C^2 + H^5 + Br \text{ liq.}$              | 109               |
| Id. iodhydrique.....                              | $C^2 + H^5 + I \text{ sol.}$               | 156               |
| Chlorure d'éthylidène et chlorure d'éthylène..... | $C^2 + H^4 + Cl^2$                         | 99                |
| Hydruure d'éthylène perchloré.....                | $C^2 + Cl^6$                               | 237               |
| Bromure d'éthylène (Br liq.).....                 | $C^2 + H^4 + Br^2$                         | 188               |
| Chlorhydrate d'amylène.....                       | $C^5 H^{10} \text{ gaz} + HCl \text{ gaz}$ | 106,5             |
| Bromhydrate Id. ....                              | $C^5 H^{10} \text{ gaz} + HBr \text{ gaz}$ | 151,0             |
| Iodhydrate d'amylène.....                         | $C^5 H^{10} \text{ gaz} + HI \text{ gaz}$  | 198               |
| Chlorhydrate de camphène.....                     | $C^{10} + H^{17} + Cl$                     | 172,5             |
|   | $C^{10} H^{16} \text{ sol.} + HCl$         | "                 |
| Chlorhydrate de térébenthène.....                 | $C^{10} + H^{17} + Cl$                     | 172,5             |
|   | $C^{10} H^{17} \text{ liq.} + HCl$         | "                 |
| Id. de citrène.....                               | $C^{10} + H^{18} + Cl^2$                   | 209               |
|   | $C^{10} H^{16} \text{ liq.} + 2 HCl$       | "                 |
| Glycol monochlorhydrique...                       | $C^2 + H^5 + Cl + O$                       | 80,5              |

formation des composés organiques depuis leurs  
 gazeux, oxygène gazeux, azote gazeux, etc.

| CHALEUR DÉGAGÉE<br>le composé étant |          |         |          | AUTEURS. | CHALEUR<br>de combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel). |
|-------------------------------------|----------|---------|----------|----------|---|
| gazeux.                             | liquide. | solide. | dissous. |          |   |

Éthers (suite).

|       |       |   |   |            |        |
|-------|-------|---|---|------------|--------|
| -31,9 | +38,8 | " | " | B. et Mat. | 322,2  |
| "     | +2,8  | " | " | Gu.        | 404,85 |

Alcools.

|       |        |        |       |            |   |
|-------|--------|--------|-------|------------|---|
| +29,0 | +33,9  | "      | "     | B.         | " |
| +13,7 | "      | "      | "     | B.         | " |
| +9,1  | +15,6  | "      | "     | B.         | " |
| +31,4 | +37,8  | "      | "     | B. et Og.  | " |
| +46,6 | +53,9  | "      | +56,1 | B. et Mat. | " |
| +68,5 | +75,7  | "      | "     | B. et Mat. | " |
| "     | +45,5  | "      | "     | B. et Mat. | " |
| +39,1 | +45,5  | "      | "     | B.         | " |
| +27,9 | +34,5  | "      | "     | B.         | " |
| +17,2 | +24,7  | "      | "     | B.         | " |
| +34,4 | +41,0  | "      | "     | B. et Og.  | " |
| "     | +108,0 | "      | "     | B. et Mat. | " |
| +6,5  | +14,7  | "      | "     | B.         | " |
| +14,0 | +20,0  | "      | "     | B.         | " |
| +13,1 | +20,4  | "      | "     | B.         | " |
| +14,3 | +23,7  | "      | "     | B.         | " |
| "     | "      | +64,5  | "     | B. et Mat. | " |
| "     | "      | +15,3  | "     | B. et Mat. | " |
| "     | "      | +66,1  | "     | B. et Mat. | " |
| "     | "      | +38,9  | "     |            | " |
| "     | "      | +105,9 | "     | B. et Mat. | " |
| "     | "      | +40,2  | "     |            | " |
| "     | +76,2  | "      | +77,5 | B.         | " |

**TABLEAU IX** (suite). — **Chaleur dégagée**  
**éléments : carbone diamant, hydrogène**

| NOMS.                  | COMPOSANTS.                         | POUR<br>molécule |
|------------------------|-------------------------------------|------------------|
|                        |                                     | Comp             |
| Chlorure acétique..... | $C^2 + H^3 + Cl + O$                | 7                |
| Chloral.....           | $C^2 + H + Cl^3 + O$                | 14               |
| Hydrate.....           | $C^2 H Cl^3 O + H^2 O \text{ liq.}$ | 16.              |
| Bromure acétique.....  | $C^2 + H^3 + Br \text{ liq.} + O$   | 12               |
| Iodure acétique.....   | $C^2 + H^3 + I \text{ sol.} + O$    | 17               |
| Benzine bichlorée..... | $C^6 + H^6 + Cl^2$                  | 14               |
| Id. perchlorée.....    | $C^6 + Cl^6$                        | 28               |
| Phénol monobromé.....  | $C^6 + H^5 + Br + O$                | 17               |
| Id. bibromé.....       | $C^6 + H^4 + Br^2 + O$              | 25               |
| Id. tribromé.....      | $C^6 + H^3 + Br^3 + O$              | 33               |

**Alcalis.**

|                               |  |     |
|-------------------------------|--|-----|
| Méthylamine.....              | $C + H^5 + Az$                             | 31  |
| Éthylamine.....               | $C^2 + H^7 + Az$                           | 45  |
| Triméthylamine.....           | $C^3 + H^9 + Az$                           | 56  |
| Chlorhyd. de triméthylam..... | $C^3 H^9 Az \text{ gaz} + HCl \text{ gaz}$ | 105 |
| Aniline.....                  | $C^6 + H^7 + Az$                           | 93  |
| Chlorhydrate d'aniline.....   | $C^6 H^7 Az \text{ gaz} + HCl \text{ gaz}$ | 126 |
| Phénylhydrazine.....          | $C^6 + H^8 + Az^2$                         | 108 |

**Compo**

|                          |                          |     |
|--------------------------|--------------------------|-----|
| Oxamide solide.....      | $C^2 + H^4 + Az^2 + O^2$ | 88  |
| Acétamide.....           | $C^2 + H^5 + Az + O$     | 59  |
| Benzamide.....           | $C^7 + H^7 + Az + O$     | 121 |
| Succinimide.....         | $C^4 + H^3 + Az + O^2$   | 99  |
| Nitrile acétique.....    | $C^2 + H^3 + Az$         | 41  |
| Nitrile propionique..... | $C^3 + H^5 + Az$         | 55  |
| Nitrile benzoïque.....   | $C^7 + H^5 + Az$         | 103 |

formation des composés organiques depuis leurs  
 reux, oxygène gazeux, azote gazeux, etc.

| CHALEUR DÉGAGÉE,<br>le composé étant |          |         |         | AUTEURS. | CHALEUR<br>de combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel). |
|--------------------------------------|----------|---------|---------|----------|---|
| gazeux.                              | liquide. | solide. | dissous |          |   |

lorés (Suite).

|                  |        |        |                       |            |   |
|------------------|--------|--------|-----------------------|------------|---|
| 58,5             | + 64,7 | "      | "                     | B. et Mat. | " |
| 69,0             | + 77,0 | "      | + 88,9                | B.         | " |
| 2,0<br>(ut gaz.) | + 7,3  | + 12,1 | + 11,9<br>(tout sol.) | B.         | " |
| "                | + 53,9 | "      | "                     | B.         | " |
| "                | + 40,4 | "      | "                     | B.         | " |
| "                | "      | + 41,6 | "                     | B. et Mat. | " |
| "                | "      | + 85,6 | "                     | B. et Mat. | " |
| "                | + 33,7 | + 36,7 | "                     | B. et Wr.  | " |
| "                | + 29,9 | + 33,4 | "                     | B. et Wr.  | " |
| "                | "      | + 31,5 | "                     | B. et Wr.  | " |

Alcalis.

|      |        |        |        |         |              |
|------|--------|--------|--------|---------|--------------|
| 9,9  | "      | "      | "      | Muller. | 256,9        |
| 20,4 | + 27,0 | "      | + 33,3 | B.      | 409,7        |
| 1,1  | + 5,6  | "      | + 14,3 | B.      | 592 (gaz.)   |
| "    | "      | + 39,8 | + 39,3 | B.      | "            |
| 19,8 | - 11,2 | -      | - 11,4 | P.      | 818,5 (liq.) |
| "    | "      | + 35,9 | "      | L.      | "            |
| "    | + 36   | + 38,6 | + 36,5 | B.      | 805,8 Petit. |

otés.

|   |        |         |        |           |       |
|---|--------|---------|--------|-----------|-------|
| " | "      | + 129,7 | "      | B.        | 196,9 |
| " | "      | + 78,4  | + 76,6 | B. et Fg. | 482,7 |
| " | "      | + 49,3  | "      | Id.       | 852,3 |
| " | "      | + 110,5 | "      | B. et Fg. | 439,2 |
| " | + 0,5  | "       | "      | B. et P.  | 291,6 |
| " | + 8,7  | "       | "      | Id.       | 446,7 |
| " | - 33,1 | "       | "      | Id.       | 865,9 |

**TABLEAU IX** (suite). — **Chaleur dégagée**  
**éléments : carbone<sup>2</sup> diamant, hydro**

| NOMS.                      | COMPOSANTS.   | POI<br>molécul |
|----------------------------|---|----------------|
|                            |   | Comp           |
| Nitrile malonique.....     | $C^3 + H^2 + Az^2$  | 6              |
| Nitrile succinique.....    | $C^4 + H^4 + Az^2$  | 8              |
| Glycollamine.....          | $C^2 + H^5 + Az + O^2$  | 7              |
| Alanine.....               | $C^3 + H^7 + Az + O^2$  | 8              |
| Tyrosine.....              | $C^9 + H^{11} + Az + O^3$   | 18             |
| Ac. oxamique.....          | $C^2 + H^3 + Az + O^3$  | 8              |
| Ac. parabanique.....       | $C^3 + H^2 + Az^2 + O^3$  | 11             |
| Alloxane.....              | $C^4 + H^4 + Az^4 + O^5$  | 18             |
| Théobromine.....           | $C^7 + H^8 + Az^4 + O^2$  | 18             |
| Caféine.....               | $C^8 + H^{10} + Az + O^2$   | 19             |
| Acide aspartique.....      | $C^4 + H^7 + Az + O^4$  | 13             |
| Asparagine.....            | $C^4 + H^8 + Az^2 + O^3$  | 13             |
| Acide hippurique.....      | $C^9 + H^9 + Az + O^3$  | 17             |
| Albumine et analogues...   | Pour 1 gramme   | 2              |
| Urée.....                  | $C + H^4 + Az^2 + O$  | 6              |
| Guanidine.....             | $C + H^5 + Az^3$  | 5              |
| Acide urique.....          | $C^5 + H^4 + Az^4 + O^3$  | 16             |
| Taurine.....               | $C^2 + H^7 + Az + S + O^3$  | 12             |
| Fulminate de mercure...    | $C^2 + Az^2 + Hg + O^2$   | 28             |
| Poudre-coton.....          | $C^{24} + H^{29} + Az^{11} + O^{42}$  | 117            |
| Nitrobenzine..             | $C^6 + H^5 + Az + O^2$  | 12             |
| Dinitrobenzine..           | <div> <div>ortho..</div> <div>méta..</div> <div>para...</div> </div> $C^6 + H^4 + Az^2 + O^4$ | 16             |
| Trinitrobenzine (1.3.5)... | $C^6 + H^3 + Az^3 + O^6$  | 2              |
| Acide picrique.....        | $C^6 + H^3 + Az^3 + O^7$  | 2              |
| Nitrate de diazobenzol...  | $C^6 + H^5 + Az^3 + O^3$  | 16             |
| Cyanogène.....             | $(C + Az)^2$  | 2              |



formation des composés organiques depuis leurs  
eux, oxygène gazeux, azote gazeux, etc.

| CHALEUR DÉGAGÉE,<br>le composé étant |          |         |          | AUTEURS.       | CHALEUR<br>de combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel). |
|--------------------------------------|----------|---------|----------|----------------|---|
| gazeux.                              | liquide. | solide. | dissous. |                |   |
| notés (suite).                       |          |         |          |                |   |
| "                                    | — 42,3   | "       | "        | Id.            | 395,1   |
| "                                    | — 29,8   | "       | "        | Id.            | 545,0   |
| "                                    | "        | +122,2  | "        | B. et An:      | 234,9   |
| "                                    | "        | +136,1  | "        | Id.            | 389,2   |
| "                                    | "        | +157,0  | "        | Id.            | 1071,2  |
| "                                    | "        | +163,3  | +156,3   | Mat.           | 128,8   |
| "                                    | "        | +139,2  | +134,1   | Id.            | 212,7   |
| "                                    | "        | +238,7  | +234,2   | Id.            | 278,5   |
| "                                    | "        | +90,1   | "        | Id.            | 846   |
| "                                    | "        | +83,4   | +80,7    | Mat.           | 1016  |
| "                                    | "        | +231,9  | "        | Mat.           | 386,8   |
| "                                    | "        | +205,1  | "        | Id.            | 448,1   |
| "                                    | "        | +136,3  | "        | Id.            | 1012,9  |
| "                                    | "        | +0,874  | "        | Id.            | 5,691 env.  |
| "                                    | "        | +80,8   | +77,2    | B. et P.       | 151,5   |
| "                                    | "        | +19,2   | "        | Mat.           | 247,6   |
| "                                    | "        | +148,1  | "        | Mat.           | 461,4   |
| "                                    | "        | +188,5  | "        | B. et Mat.     | "   |
| "                                    | "        | +63,5   | "        | B. et Vie.     | 250,9<br>(Hg libre.)  |
| "                                    | "        | +745,6  | "        | Sa. et Vie.    | 2518,1  |
| "                                    | +5,1     | +7,8    | "        | B.             | 738,2   |
| "                                    | "        | +0,3    | "        | B. et Mat.     | 703,5   |
| "                                    | "        | +6,8    | "        | B. et Mat.     | 697,0   |
| "                                    | "        | +8,4    | "        | B. et Mat.     | 695,4   |
| "                                    | "        | +5,5    | "        | B. et Mat.     | 663,8   |
| "                                    | "        | +46,8   | +39,7    | Sa. et Vie.    | 622,5   |
| "                                    | "        | —45,6   | "        | B. et Vieille. | 782,9   |
| —73,0                                | —68,5    | "       | —67,1    | B.             | 262,5 (gaz)   |

**TABEAU IX** (suite et fin). — Chaleur dégagée  
 éléments : carbone, diamant, hydrogène

| NCMS.                      | COMPOSANTS.              | POIDS<br>moléculaire. |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
|                            |                          | Comp.                 |
| Acide cyanhydrique .....   | $C + Az + H$             | 27                    |
|                            | $Cy + H$                 | 27                    |
| Chlorure de cyanogène..... | $Cy + Cl$                | 61                    |
| Cyanure d'ammonium.....    | $C + Az^2 + H^4$         | 44                    |
| Cyanure de potassium.....  | $C + Az + K$             | 65                    |
| Cyanure de mercure.....    | $C^2 + Az^2 + Hg$        | 252                   |
| Cyanure d'argent.....      | $C + Az + Ag$            | 134                   |
| Cyanate de potasse.....    | $C + Az + K + O$         | 81                    |
| Acide cyanurique.....      | $C^3 + H^3 + Az^3 + O^3$ | 129                   |
| Cyanamide .....            | $C + Az^2 + H^2$         | 42                    |

Formation des composés organiques depuis leurs  
 eux, oxygène gazeux, azote gazeux, etc.

| CHALEUR DÉGAGÉE,<br>le composé étant |          |         |          | AUTEURS. | CHALEUR<br>de combustion<br>à pression<br>constante<br>(état actuel.) |
|--------------------------------------|----------|---------|----------|----------|---|
| gazeux.                              | liquide. | solide. | dissous. |          |   |
| 30,5                                 | — 24,8   | "       | — 24,4   | B.       | 123,5   |
| 6,45                                 | + 12,2   | "       | + 12,6   | B.       | "   |
| 1,7                                  | + 10,0   | "       | "        | B.       | "   |
| "                                    | "        | + 2,3   | — 2,1    | B.       | "   |
| "                                    | "        | — 30,1  | + 27,2   | B.       | "   |
| "                                    | "        | — 62,5  | — 60,5   | B.       | "   |
| "                                    | "        | — 34,0  | "        | B.       | "   |
| "                                    | "        | + 102,5 | + 97,3   | B.       | "   |
| "                                    | "        | — 165,1 | — 161,1  | Lemoult. | "   |
| "                                    | "        | — 8,3   | — 11,9   | Lemoult. | 171,5   |

otés

TABLEAU X. — États isomériques des corps simples.

| NOMS.   | POIDS<br>molecu-<br>laire. | CHALEUR DÉGAGÉE.      | AUTEURS.     |
|---|----------------------------|-----------------------|--------------|
| Oxygène changé en ozone, $3 O = O^3$ .....                  | 48                         | —30,7                 | B.           |
| Soufre octaédrique, en soufre insoluble.....                | 32                         | 0,0 à 18°; < 0 à 112° | B.           |
| Soufre amorphe insoluble, en soufre amorphe<br>soluble..... | 32                         | + 0,15                | B.           |
| Soufre amorphe soluble, en S, octaédrique....               | 32                         | + 0,15                | B.           |
| Soufre mou, en soufre octaédrique.....                      | 32                         | + 0,40                | R. (varié).  |
| Soufre prismatique, en S. octaédrique.....                  | 32                         | + 0,16                | M.           |
| Sélénium vitreux, en Se métallique.....                     | 79                         | + 5,7                 | Fabre.       |
| Tellure cristallisé en tellure amorphe.....                 | 128                        | + 24,2                | B. et Fab.   |
| P blanc en P rouge.....                                     | 34                         | + 4,0                 | Giran.       |
| » en P violet.....  | 34                         | + 4,46                | Id.          |
| Arsenic amorphe en As cristallisé.....                      | 75                         | + 1,1                 | B. et Engel. |
| C. amorphe (du charbon de bois), en diamant.                | 12                         | + 3,3                 | B. et P.     |
| Si amorphe, en Si cristallisé.....                          | 28                         | + 6,9                 | Tr. et H.    |
| Fer vers 100°.....  | 56                         | + 6,28                | Pi.          |
| Fer vers 1000° (nouveau changement).....                    | 56                         | + 0,34                | Pi.          |
| Argent battu, amorphe, changé en Argent cristallisé.        | 107,9                      | + 1,9                 | B.           |
| — en Ag précipité à froid par le cuivre..                   | 107,9                      | + 0,9                 | B.           |
| — en Ag séparé de son oxyde à 550°...                       | 107,9                      | + 1,5                 | B.           |

# **ALLIAGES FUSIBLES** pour machines à vapeur.

| BISMUTH | PLOMB | ZINC | POINT<br>de fusion | PRESSION EN<br>atmosphères | BISMUTH | PLOMB | ZINC | POINT<br>de fusion | PRESSION EN<br>atmosphères |
|---------|-------|------|--------------------|----------------------------|---------|-------|------|--------------------|----------------------------|
|         |       |      | 0                  |                            |         |       |      | 0                  |                            |
| 8       | 5     | 3    | 100                | 1                          | 8       | 16    | 12   | 146                | 4                          |
| 8       | 8     | 4    | 113,3              | 1 $\frac{1}{2}$            | 8       | 22    | 24   | 154                | 5                          |
| 8       | 8     | 3    | 123                | 2                          | 8       | 32    | 36   | 160                | 6                          |
| 8       | 10    | 8    | 130                | 2 $\frac{1}{2}$            | 8       | 32    | 28   | 166                | 7                          |
| 8       | 12    | 8    | 132                | 3                          | 8       | 30    | 24   | 172                | 8                          |
| 8       | 16    | 14   | 143                | 3 $\frac{1}{2}$            |         |       |      |                    |                            |

Plomb.

Étain.

Point de fusion.

1

3

186

1

1

241

## **SOUDURES.**

| SOUDURES  | CUIVRE | ZINC | DIVERS                   |
|---|--------|------|--------------------------|
| Soudures fortes {jaune peu fusible...                     | 53,3   | 43,1 | Étain, 1,3; plomb, 0,3   |
| {demi-blanche fusible..                                   | 44,0   | 49,9 | Étain, 3,3; plomb, 1,2   |
| {blanche très fusible..                                   | 57,4   | 28,0 | Étain, 14,6.             |
| » très forte....  | 53,3   | 46,7 |                          |
| Métal des cloches pour souder.....                        | 10     | »    | Étain, 15,0; laiton, 20. |
| Métal pour souder le laiton.                              | 1,5    | 6    | Laiton, 10.              |
| Argent de soudure pour alliage à $\frac{950}{1000}$ ..... | 23,33  | 10   | Argent, 66,66.           |
| Soudure des plombiers....                                 | »      | »    | Étain, 33; plomb, 66.    |
| » des ferblantiers...                                     | »      | »    | Étain, 50; plomb, 50.    |
| » pour or rouge....                                       | 1      | »    | Or, 5.                   |
| » pour or à $\frac{150}{1000}$ ....                       | 1      | »    | Argent, 1; or, 4.        |

## TABLEAU DES PRI

| ALLIAGES                      | DESTINATION                    |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Alliage d'Arcet.....          | Pour cliquer.....              |
| Alliage de Wood.....          | Fusible à 94° C.....           |
| Alliages divers.....          | Fusible entre 66° et 71°.....  |
| Poterie d'étain de Paris..... | Vaisselle et robinets.....     |
| Robinet.....                  | Cuillers et flambeaux.....     |
| Métal blanc.....              | Coussinets de roues.....       |
| Métal d'Alger.....            | » des hélices.....             |
| Alliages pour.....            | Caractères d'imprimerie.....   |
| Alliages de Budi.....         | Miroirs des télescopes.....    |
| » de Réaumur.....             | Tamtams et cymbales.....       |
| » de Cooke.....               | Médailles.....                 |
| Polychrome.....               | Monnaies : billon refonte 1864 |
| Alliage pour.....             | Adhère directement à la fonte  |
|                               | Très dur, fait feu au briquet. |
|                               | Decompose l'eau à l'ébullition |
|                               | Étamage d'ustensiles de cuivre |
|                               | Planches à graver la musique.  |

| ALLIAGES                                    | DESTINATION                    |
|---|--------------------------------|
| Rouleaux.....                               | Impression.....                |
| Racles.....                                 | Impression (Dresde) très élas- |
| Racles.....                                 | tique, peu attaqué, devient    |
| Laiton de Romilly.....                      | cassant par la fonte.....      |
| » de Stolberg, 1 <sup>re</sup> qualité..... | Impression.....                |
|   | Travail au marteau.....        |
|   | Ustensiles de ménage, chau-    |
|   | dières.....                    |

## IPAUX ALLIAGES.

| CUIVRE  | PLOMB   | ÉTAIN | DIVERS                         |
|---------|---------|-------|--------------------------------|
| »       | 31,25   | 18,75 | Bismuth, 50.                   |
| »       | 5       | 3     | Bismuth, 8.                    |
| »       | 2       | 4     | Cadmium, 1 à 2 : bism., 7 à 8. |
| »       | 8       | 92    |                                |
| »       | 20      | 80    |                                |
| 1       | »       | 8     | Antimoine, 2                   |
| 1       | »       | 90    | Antimoine, 9.                  |
| »       | »       | 78,5  | Antimoine, 19,5 ; nickel, 2.   |
| »       | 4       | 16    | Zinc, 3.                       |
| »       | 3       | 16    | Zinc, 9.                       |
| »       | 26      | 69,5  | Antimoine, 4,5.                |
| »       | 80      | »     | Antimoine, 20.                 |
| 66      | »       | 33    | Arsenic, traces.               |
| 80      | »       | 20    |                                |
| 14 à 96 | »       | 4 à 6 | Zinc, 0,5.                     |
| 95      | »       | 4     | Zinc, 1.                       |
| »       | »       | 89    | Fer, 5 ; nickel, 6.            |
| »       | »       | »     | Antimoine, 70 ; fer, 30.       |
| »       | »       | »     | Antimoine, 57 ; zinc, 43.      |
| »       | »       | 6     | Fer, 1.                        |
| »       | 70 à 75 | 5     | Antimoine, 20 à 25.            |

| CUIVRE | ZINC  | ÉTAIN | DIVERS                   |
|--------|-------|-------|--------------------------|
| 30     | »     | 16    | Plomb, 2 ; antimoine, 2. |
| 35,8   | 9,8   | 4,9   |                          |
| 35     | 10,5  | 8     |                          |
| 70     | 30    | »     |                          |
| 55,80  | 31,80 | 0,20  | Plomb, 2,20.             |

## TABLEAU DES PRINCIPALES

| ALLIAGES                       | DESTINATION                    |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Laiton anglais.....            | Travail au marteau.....        |
| » de Jemmapes.....             | Pour les tourneurs.....        |
| » des doreurs.....             | Pour la tréfilerie.....        |
| » des horlogers.....           | Bronzes dorés.....             |
| » des armuriers.....           | Roues de montres.....          |
| Chrysocale.....                | Garnitures d'armes.....        |
| Similor ou or de Mannheim..    | Faux bijoux.....               |
| Pinchbeck.....                 | ».....                         |
| Bracelet antique (Nauenburg).  | ».....                         |
| Tombac ou cuivre blanc.....    | ».....                         |
| » jaune.....                   | Instruments de physique.....   |
| » rouge.....                   | ».....                         |
| » plus rouge.....              | ».....                         |
| Bronze.....                    | Boutons, etc.....              |
| » des frères Keller.....       | Canons français.....           |
| » zincifère.....               | 3 statues de Versailles (moy.) |
| Alliage de Fenton.....         | Grosses cloches.....           |
| » très dur.....                | Coussinets de machines, etc.   |
| Alliage très dur, proposé par  | ».....                         |
| Calvert et Johnson.....        | Locomotives.....               |
| Métal de Muntz.....            | Locomotives.....               |
| Poudre à bronzer, jaune pâle.. | Doublages de navires.....      |
| Bronze de couleur jaune foncé. | Pour les peintres.....         |
| » » jaune rouge.               | ».....                         |
| » » jaune orangé.              | ».....                         |
| » » cuivre.....                | ».....                         |
| » » violette.....              | ».....                         |
| » » verte.....                 | ».....                         |
| » » blanche.....               | ».....                         |
| Amalgames.....                 | Fusible à + 53°.....           |
|                                | Étamage de miroirs courbes.    |



## AUX ALLIAGES (suite).

| CUIVRE  | ZINC    | ÉTAIN     | DIVERS                          |
|---------|---------|-----------|---------------------------------|
| 70,29   | 29,26   | 0,17      | Plomb, 0,28.                    |
| 64,60   | 33,70   | 0,20      | Plomb, 1,50.                    |
| 64,20   | 35      | 0,40      | Plomb, 0,40.                    |
| 63,70   | 33,55   | 2,50      | Plomb, 0,25.                    |
| 50 à 66 | 37 à 31 | 1,3 à 1,4 | Fer, 0,7 à 0,9.                 |
| 80,00   | 17      | 3         |                                 |
| 90,40   | 8       | »         | Plomb. 1,60.                    |
| 36 à 88 | 8 à 6   | 6         |                                 |
| 30 à 88 | 20 à 12 | »         |                                 |
| 83,33   | 16,67   | »         |                                 |
| 83,08   | 15,38   | 1,54      |                                 |
| 36 à 88 | 14 à 12 | »         |                                 |
| 88,88   | 5,56    | 5,56      |                                 |
| 91,66   | 8,34    | »         |                                 |
| 97      | 2       | »         | Arsenic, 1,00.                  |
| 90,10   | »       | 9,90      |                                 |
| 91,40   | 5,53    | 1,70      | Plomb, 1,37.                    |
| 78,00   | »       | 22        |                                 |
| 73,60   | 9,09    | 9,50      | Plomb, 7; fer, 0,42.            |
| 5,50    | 80      | 14,50     |                                 |
| 6,10    | 62,64   | 11,32     | Plomb, 19,94.                   |
| 6,80    | 69,56   | 12,58     | Plomb, 11,6.                    |
| 66      | 34      | »         |                                 |
| 82,33   | 16,69   | »         |                                 |
| 84,50   | 15,30   | »         | Fer, 0,16.                      |
| 90      | 9,60    | »         | Fer, 0,07.                      |
| 98,93   | 0,73    | »         | Fer, 0,20.                      |
| 99,90   | »       | »         | Fer, 0,08.                      |
| 98,22   | 0,50    | traces.   | Fer, traces.                    |
| 84,32   | 15,02   | »         | Fer, 0,30.                      |
| »       | 2,30    | 96,46     | Fer, 0,03.                      |
| »       | »       | »         | Alliage d'Arcet, 9; mercure, 1. |
| »       | »       | 4         | Mercure, 1.                     |

# TABLEAU DES PRINCIPAUX ALLIAGES

(suite).

## Alliages antifriction.

| COMPOSANTS  | CAMÉLIA<br>MÉTAL | MÉTAL<br>delta | MÉTAL<br>ajax | MÉTAL<br>magnolia | MÉTAL<br>anti-friction |    |
|-------------|------------------|----------------|---------------|-------------------|------------------------|----|
| Cuivre..... | 70,20            | 92,30          | 81,24         | »                 | 1,60                   | 10 |
| Étain.....  | 4,25             | 2,37           | 10,98         | »                 | 98,13                  | 80 |
| Plomb.....  | 14,75            | 5,10           | 7,27          | 83,55             | »                      | »  |
| Zinc.....   | 10,20            | »              | »             | traces            | »                      | »  |
| Fer.....    | 0,55             | 0,07           | »             | traces            | traces                 | »  |
| Antimoine.. | »                | »              | »             | 16,45             | »                      | 20 |
| Phosphore . | »                | »              | 0,37          | »                 | »                      | »  |

## Alliages pour pièces de frottement.

| COMPOSANTS      | COUSSINETS DE |                      | PIÈCES<br>de frottement |      |
|-----------------|---------------|----------------------|-------------------------|------|
|                 | tourillons    | machines<br>à vapeur |                         |      |
| Cuivre.....     | 4,2           | 0,5                  | 7,4                     | 3,0  |
| Étain.....      | 20,3          | 18,0                 | 14,9                    | 15,0 |
| Zinc....        | 66,5          | 24,0                 | 67,7                    | 40,0 |
| Antimoine ..... | »             | 3,0                  | »                       | »    |
| Fer.....        | »             | 0,5                  | »                       | »    |
| Plomb.....      | »             | 14,5                 | »                       | 42,0 |

## Alliages d'aluminium.

| COMPOSANTS     | BRONZE | ARGENTAN | SILVER<br>METAL | MÉTAL<br>pour<br>coussinets |      |
|----------------|--------|----------|-----------------|-----------------------------|------|
|                |        |          |                 | N° 1                        | N° 2 |
| Aluminium. . . | 10     | 7        | 2               | 5                           | 4,4  |
| Cuivre.....    | 90     | 70       | 60              | 88                          | 83,6 |
| Nickel .....   |        | 23       | »               | »                           | »    |
| Zinc .....     |        |          | 13              | 7                           | »    |
| Silicium.....  |        |          | 5               | »                           | »    |
| Manganèse .... |        |          | 20              | »                           | 6    |
| Étain .....    |        |          | »               | »                           | 6    |

# TABLEAU DES PRINCIPAUX ALLIAGES

(suite et fin).

|   |                 |
|---|-----------------|
|   | { Cuivre. 55    |
|   | { Nickel. 23    |
| Pacfung chinois ou toutenague .....     | { Zinc... 17    |
|   | { Etain.. 2     |
|   | { Fer... 3      |
|   | { Cuivre. 50    |
| Pacfung allemand pour couverts....      | { Nickel. 25    |
|   | { Zinc... 25    |
|   | { Cuivre. 67    |
| Pacfung parisien .....                  | { Nickel. 19,40 |
|   | { Zinc... 13,60 |
|   | { Cuivre. 66    |
|   | { Nickel. 17    |
| Pacfung parisien .....                  | { Zinc... 13    |
|   | { Etain.. 0,6   |
|   | { Fer... 3,4    |
|   | { Cuivre. 40,4  |
| Cuivre blanc chinois, de densité 8,432. | { Nickel. 31,6  |
|   | { Zinc... 25,4  |
|   | { Fer... 2,6    |
|   | { Cuivre. 50    |
| Maillechort français le plus pur ....   | { Nickel. 18,75 |
|   | { Zinc... 31,25 |
|   | { Cuivre. 50    |
| Alfénide.....                           | { Nickel. 25    |
|   | { Zinc... 25    |
|   | { Cuivre. 57,40 |
| Maillechort fort élastique anglais...   | { Nickel. 13    |
|   | { Zinc... 25    |
|   | { Fer... 3      |
|   | { Cuivre. 5     |
| Alliages pour dentistes.....            | { Platine 95    |
|   | { Cuivre. 50    |
| Alliage, couleur de l'or... ..          | { Platine 50    |

## COMBUSTIBLES.

On peut admettre que 1<sup>kg</sup> de houille moyenne développe 7500<sup>cal</sup>, et 1<sup>kg</sup> d'eau, pour se réduire en vapeur à la température de 100°, absorbe 650<sup>cal</sup> de chaleur latente et sensible; il en résulte que 1<sup>kg</sup> de houille peut produire théoriquement

$$\frac{7500}{650} = 11^{\text{kg}}, 54 \text{ de vapeur d'eau.}$$

En pratique, sous les générateurs cylindriques, avec ou sans bouilleurs, on n'obtient en moyenne de 1<sup>kg</sup> de houille que 6<sup>kg</sup>, 5 de vapeur et, sous les meilleurs générateurs tubulaires, 10<sup>kg</sup>.

Le coke ne doit pas donner plus de 5 à 8 pour 100 de cendres, sa puissance calorifique par rapport à celle de la houille est comme 13 : 14.

La puissance calorifique de la tourbe ordinaire par rapport à celle de la houille est comme 1 : 2,50; celle du bois est comme 1 : 2,28; celle du coke de gaz est au coke de four comme 6 : 8.

De ces chiffres on déduit que, en moyenne, lorsque 1<sup>kg</sup> de houille évapore 6<sup>kg</sup>, 50 d'eau, 1<sup>kg</sup> de coke en vaporise 5<sup>kg</sup>, 8 à 6<sup>kg</sup>, la tourbe 2<sup>kg</sup>, 6 et le bois 2<sup>kg</sup>, 8 d'eau.

En général, l'hectolitre de houille, mesurant 0<sup>m</sup>, 503 de diamètre et de hauteur, pèse 78<sup>kg</sup> à 80<sup>kg</sup>; le mètre cube pèse donc 10 × 80 = 800<sup>kg</sup>.

La voie ancienne mesurait 15<sup>hl</sup> et pesait 1200<sup>kg</sup>.

L'hectolitre de coke pèse 38<sup>kg</sup> à 40<sup>kg</sup>, le mètre cube pèse donc 380<sup>kg</sup> à 400<sup>kg</sup>.

La voie ancienne pesait 600<sup>kg</sup>.

TABLEAU

donnant la composition de différents combustibles, leur puissance calorifique, le volume d'air absolu et de combustion, ainsi que celui du gaz s'échappant par la cheminée.

La température étant de 300°, on a admis que, dans la combustion du bois, un tiers du volume de l'air passe dans la cheminée sans être utilisé; et pour la houille et les autres combustibles, que la moitié du volume de l'air ne sert pas à la combustion.

| COMBUSTIBLES                                | COMPOSITION |           |                       |   | Puissance calorifique | VOLUME D'AIR |           | VOLUME de gaz s'échappant par la cheminée à 300° |
|---|-------------|-----------|-----------------------|---|-----------------------|--------------|-----------|--|
|   | Carbone     | Hydrogène | Cendres et gaz divers |   |                       | pratique     | théorique |  |
| Carbone.....                                | 100         | »         | »                     | » | 7170                  | »            | 8,81      | »  |
| Hydrogène.....                              | »           | 100       | »                     | » | 34742                 | »            | 26,66     | »  |
| Oxyde de carbone.....                       | 0,43        | »         | »                     | » | 2488                  | »            | 3,78      | »  |
| Bois ordinaire à 20 pour 100 d'eau...       | 0,416       | »         | »                     | » | 2800                  | 5,40         | 3,60      | 12,85  |
| Bois sec.....                               | 0,51        | 0,10      | 0,37                  | » | 3600                  | 6,75         | 4,50      | 15,43  |
| Charbon de bois.....                        | 0,80        | 0,02      | 0,18                  | » | 7000                  | 16,40        | 8,20      | 34,44  |
| Houille moyenne.....                        | 0,88        | 0,05      | 0,07                  | » | 7500                  | 18,10        | 9,05      | 38,72  |
| Anthracite.....                             | 0,90        | 0,024     | 0,076                 | » | 7350                  | »            | »         | »  |
| Coke.....                                   | 0,85        | »         | 0,15                  | » | 6000                  | 15,00        | 7,50      | 31,50  |
| Goudron de gaz.....                         | 0,58        | 0,19      | 0,23                  | » | 10758                 | 20,34        | 10,17     | »  |
| Tourbe sèche (1 <sup>re</sup> qualité)..... | 0,58        | 0,02      | 0,40                  | » | 4000                  | 11,25        | 5,64      | 24,63  |
| Charbon de tourbe.....                      | 0,75        | »         | 0,25                  | » | 5800                  | 13,20        | 6,60      | 27,72  |
| Alcool.....                                 | 0,52        | 0,14      | 0,34                  | » | 6855                  | 16,62        | 8,31      | »  |

## POINTS D'ÉBULLITION DES PÉTROLES.

| SUBSTANCES                             | DENSITÉ   | BOUT A  |
|--|-----------|---------|
| Ether, rhigolène.....                  | 0,65-0,66 | 40°-70° |
| Gazoline (extraction des huiles)....   | 0,66-0,69 | 70-90   |
| Benzine à détacher.....                | 0,69-0,70 | 90-110  |
| Ligroïne.....                          | 0,70-0,73 | 110-120 |
| Essence pour vernis.....               | 0,73-0,76 | 120-170 |
| Photogène (essence à brûler).....      | 0,76-0,80 | 170-245 |
| Huile solaire (huile à brûler).....    | 0,80-0,83 | 245-310 |
| Huile de graissage.....                | 0,83-0,87 | 310-350 |
| Paraffine molle, fondant à 38°-52°.... | 0,87-0,88 | 350-390 |
| Paraffine dure, fondant à 52°-56°....  | 0,88-0,93 | 390-430 |

## DENSITÉS

et températures d'inflammation des huiles  
de pétrole et de schiste.

| PÉTROLE       |              | SCHISTE     |              |
|---------------|--------------|-------------|--------------|
| Densité       | S'enflamme à | Densité     | S'enflamme à |
| 0,685         | -21°         | 0,769       | -12°         |
| 0,700         | -20          | 0,791       | +19          |
| 0,740         | +15          | 0,805       | 35           |
| 0,750         | 17           | 0,814       | 48           |
| 0,760         | 35           | 0,823       | 60           |
| 0,775         | 45           | 0,841       | 80           |
| 0,783         | 50           | 0,851       | 86           |
| 0,792         | 75           | 0,880       | 98           |
| 0,805         | 90           | Huile brute | 28           |
| 0,822         | 110          | 0,882       |              |
| Pétrole brut. |              |             |              |
| 0,802         | 15           |             |              |

**TABLEAU**  
**du rendement moyen des houilles en gaz**  
**et en goudron.**

*100<sup>kg</sup> de houille grasse à longue flamme.*

|                        |  |
|------------------------|--|
| Gaz.....               | 23 <sup>m³</sup> (titre 6 bougies 66)  |
| Coke tout venant.....  | 63 <sup>kg</sup> (1 <sup>hl</sup> , 5) |
| Goudron.....           | 6 <sup>kg</sup>                        |
| Eaux ammoniacales..... | 8 <sup>l</sup>                         |

*100<sup>kg</sup> de houille. — Moyenne de six expériences.*  
*(Houille d'Anzin, de Mons et d'Horme.)*

|   |   |
|---|---|
| Gaz.....                                  | 22 <sup>m³</sup> , 94 épurés (densité, 0,420) |
| Coke tout venant...                       | 75 <sup>kg</sup> , 46                         |
| Goudron .....                             | 6 <sup>kg</sup> , 73                          |
| Eaux ammoniacales..                       | 7 <sup>kg</sup> , 31                          |
| Acides carbonique et<br>sulfhydrique..... | 1 <sup>kg</sup> , 87                          |

**Rendement des goudrons en carbure d'hydrogène.**

*1000<sup>kg</sup> de goudron bien desséché donnent en moyenne :*

|   | kg    | k   |
|---|-------|-----|
| Essence de naphte .....                   | 20 à  | 40  |
| Huiles légères à benzol.....              | 70 à  | 80  |
| Huiles lourdes phéniques.....             | 320 à | 350 |
| Graisse verte à 10 pour 100 d'anthracène. | 100 à | 110 |
| Brai sec.....                             | 350   |     |
| Eau ammoniacale.....                      | 14    |     |

# COMPOSITION DES CENDRES DES VÉGÉTAUX

(expériences de M. BOUSSINGAULT, à Bechelbronn).

| SUBSTANCES.         | CENDRES<br>pour 100 de<br>matière sèche | ACIDE<br>CARBONIQUE | ACIDE<br>SULFURIQUE | ACIDE<br>PHOSPHORIQUE | CHLORE | CHAUX | MAGNÉSIE | POTASSE | SODRE  | SILICE |
|---------------------|---|---------------------|---------------------|-----------------------|--------|-------|----------|---------|--------|--------|
| Pommes de terre...  | 4,0                                     | 13,4                | 7,1                 | 11,3                  | 2,7    | 1,8   | 3,4      | 51,5    | traces | 5,6    |
| Betteraves.....     | 6,3                                     | 16,1                | 1,6                 | 6,0                   | 5,2    | 7,0   | 4,4      | 39,0    | 6,0    | 8,0    |
| Navets.....         | 7,6                                     | 14,0                | 10,9                | 6,1                   | 2,9    | 10,9  | 4,3      | 33,7    | 4,1    | 6,4    |
| Topinambours....    | 6,0                                     | 11,0                | 2,2                 | 10,8                  | 1,6    | 2,3   | 1,8      | 44,5    | traces | 13,0   |
| Froment.....        | 2,4                                     | »                   | 1,0                 | 47,0                  | traces | 2,9   | 15,9     | 39,5    | traces | 1,3    |
| Paille de froment.. | 7,0                                     | »                   | 1,0                 | 3,1                   | 0,6    | 8,5   | 5,0      | 9,2     | 0,3    | 67,6   |
| Avoine.....         | 4,0                                     | 1,7                 | 1,0                 | 14,9                  | 0,5    | 3,7   | 7,7      | 12,9    | 0,3    | 53,3   |
| Paille d'avoine.... | 3,1                                     | 3,2                 | 4,1                 | 3,0                   | 4,7    | 8,3   | 2,8      | 24,5    | 4,4    | 40,0   |
| Trèfle.....         | 7,7                                     | 25,0                | 2,5                 | 6,3                   | 2,6    | 24,6  | 6,3      | 26,6    | 0,5    | 5,3    |
| Pois.....           | 3,1                                     | 0,5                 | 4,7                 | 30,1                  | 1,1    | 10,1  | 11,9     | 35,3    | 2,5    | 1,5    |
| Haricots.....       | 3,5                                     | 3,3                 | 1,3                 | 26,8                  | 0,1    | 5,8   | 11,5     | 49,1    | 0      | 1,0    |
| Fèves.....          | 3,0                                     | 1,0                 | 1,6                 | 34,2                  | 0,7    | 5,1   | 8,6      | 45,2    | 0      | 0,5    |



## TABLEAU

donnant la composition de diverses bières.

*Bières anglaises.*

| SUBSTANCES DOSÉES             |                         | ALE<br>d'Écosse | PORTER<br>de<br>Londres | ALE<br>d'exportation | PORTER<br>de<br>Dublin |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| Alcool                        | pour 100<br>de bière    | 5,8             | 5,2                     | 7,3                  | 4,7                    |
| Extrait                       |                         | 10,5            | 6,4                     | 5,9                  | 6,0                    |
| Cendres                       |                         | 0,32            | 0,32                    | 0,35                 | 0,37                   |
| Silice                        |                         | 5,2             | 10,0                    | 9,9                  | 15,9                   |
| Potasse                       | pour 100<br>des cendres | 23,5            | 20,9                    | 19,4                 | 19,5                   |
| Soude                         |                         | 38,0            | 33,4                    | 37,1                 | 36,0                   |
| Chaux                         |                         | 1,1             | 2,8                     | 1,2                  | 1,4                    |
| Magnésie                      |                         | 1,2             | 0,3                     | 0,5                  | 0,7                    |
| P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> |                         | 22,0            | 18,2                    | 19,1                 | 16,2                   |
| SO <sup>3</sup>               |                         | 2,7             | 6,5                     | 5,9                  | 4,1                    |
| Chlore                        |                         | 6,1             | 7,7                     | 6,5                  | 5,5                    |
| Cendres p. 100 de l'extrait   |                         | 4,9             | 8,0                     | 8,6                  | 6,1                    |

*Bières bavaraises.*

| SUBSTANCES<br>DOSÉES            | BOCKBIÈRE<br>blanche<br>(1) | BIÈRE<br>blanche | BOCKBIÈRE<br>brasserie<br>royale | BIÈRE D'ÉTÉ<br>Brasserie<br>Löwen | BIÈRE<br>d'été |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| Alcool.....                     | 4,5                         | 3,5              | 5,1                              | 3,0                               | 3,9            |
| Extrait.....                    | 4,6                         | 4,8              | 7,85                             | 6,0                               | 5,0            |
| Cendres.....                    | 0,18                        | 0,15             | 0,28                             | 0,25                              | 0,25           |
| Matières albumi-<br>neuses..... | 0,39                        | 0,55             | 0,85                             | »                                 | 0,45           |
| Silice                          | 10,0                        | 8,0              | 12,45                            | 14,0                              | 14,12          |
| Potasse                         | 25,0                        | 34,6             | 29,30                            | 29,0                              | 34,0           |
| Soude                           | 20,0                        | 4,2              | 1,95                             | 0,1                               | 0,5            |
| Chaux                           | 2,6                         | 3,0              | 2,35                             | 6,0                               | 3,0            |
| Magnésie                        | 0,4                         | 0,7              | 12,0                             | 7,7                               | 8,5            |
| Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>  | 0,4                         | 0,5              | 1,0                              | 0,8                               | 0,2            |
| Na Cl                           | 6,5                         | 5,0              | 4,65                             | 6,0                               | 6,0            |
| P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>   | 26,6                        | 30,0             | 34,2                             | 29,3                              | 32,0           |
| SO <sup>3</sup>                 | 6,0                         | 5,2              | 1,3                              | 5,0                               | 2,8            |

## ANALYSES DE VINS DIVERS.

| VINS ANALYSÉS                    | ALCOOL<br>pour 100 vol. | EXTRAITS  |      | CENDRES | TARTRE | MATIÈRE<br>réduite<br>en glucose | SULFATE<br>de<br>potasse | ACIDITÉ<br>en<br>$H_2SO_4$ |
|----------------------------------|-------------------------|-----------|------|---------|--------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                                  |                         | à<br>100° | vide |         |        |                                  |                          |                            |
| Ande, Corbière 1882.....         | 10,3                    | 24,6      | 29,6 | 4,35    | 1,30   | 3,80                             | 3,67                     | 3,76                       |
| » Narbonne 1881.....             | 9,6                     | 22,4      | 26,3 | 4,10    | 2,25   | 1,70                             | 2,80                     | 5,00                       |
| » » 1883.....                    | 10,5                    | 22,6      | 26,3 | 4,30    | 2,63   | 1,08                             | 3,48                     | 5,39                       |
| Charente 1883.....               | 8,2                     | 18,5      | 23,1 | 2,40    | 2,73   | 1,21                             | 0,31                     | 5,09                       |
| Cher blanc 1883.....             | 7,2                     | 16,0      | 19,6 | 1,68    | 3,30   | 0,86                             | 0,25                     | 6,61                       |
| » rouge 1883.....                | 6,6                     | 20,6      | 25,6 | 2,60    | 4,22   | 1,63                             | 0,34                     | 6,81                       |
| Côte-d'Or, Beaune.....           | 9,3                     | 21,7      | 25,8 | 2,10    | 3,76   | 2,40                             | 0,40                     | 3,19                       |
| » Pommard vieux.....             | 11,9                    | 21,6      | 24,3 | 2,03    | 1,51   | 0,40                             | 0,65                     | 3,25                       |
| » Puligny 1879.....              | 6,8                     | 23,3      | 27,5 | 1,87    | 2,83   | 1,00                             | 0,23                     | 5,31                       |
| » rouge 1883.....                | 7,1                     | 17,7      | 22,9 | 1,68    | 3,49   | 0,91                             | 0,25                     | 7,05                       |
| » blanc 1883.....                | 7,9                     | 14,1      | 20,0 | 2,04    | 3,02   | 1,04                             | 0,15                     | 5,00                       |
| Gard, Nîmes 1882.....            | 9,4                     | 22,7      | 25,9 | 3,81    | 3,49   | 0,90                             | 1,82                     | 3,43                       |
| Gironde, Saint-Estèphe 1878..... | 11,1                    | 22,4      | 28,3 | 2,20    | 1,31   | 1,50                             | 0,49                     | 2,96                       |
| » Saint-Émilion vieux.....       | 10,9                    | 22,1      | 27,9 | 2,60    | 2,00   | 0,80                             | 0,72                     | 4,60                       |
| » Châteauneuf-Larose 1864.....   | 10,9                    | 21,5      | 26,2 | 3,00    | 1,90   | 0,50                             | 0,53                     | 3,90                       |
| » Mouton-Rothschild 1878..       | 11,7                    | 22,3      | 27,2 | 3,00    | 1,60   | 0,50                             | 0,58                     | 3,50                       |
| Hérault, Capetang 1880.....      | 8,0                     | 18,4      | 22,4 | 3,56    | 2,44   | 3,80                             | 2,33                     | 3,82                       |
| » Ramejan 1881.....              | 8,9                     | 20,9      | 25,2 | 2,85    | 3,00   | 1,30                             | 1,32                     | 2,86                       |
| » » 1883.....                    | 10,0                    | 18,2      | 22,4 | 2,12    | 3,67   | 0,52                             | 0,69                     | 4,85                       |
| » rouge 1883.....                | 6,6                     | 23,7      | 25,9 | 4,60    | 3,01   | 0,91                             | 3,50                     | 6,51                       |
| » Minervois 1883.....            | 7,0                     | 23,4      | 24,2 | 4,08    | 3,03   | 0,80                             | 2,81                     | 6,02                       |

## ANALYSES DE VINS DIVERS (suite).

| VINS ANALYSÉS                                 | ALCOOL<br>pour 100 vol. | EXTRAITS  |      | CENDRES | TARTRE | MATIÈRE<br>réduite<br>en glucose | SULFATE<br>de<br>potasse | ACIDITÉ<br>en<br>H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> |
|---|-------------------------|-----------|------|---------|--------|----------------------------------|--------------------------|---|
|   |                         | à<br>100° | vide |         |        |                                  |                          |   |
| Indre-et-Loire, Bleré 1881.....               | 8,2                     | 23,7      | 26,3 | 2,11    | 2,03   | 1,40                             | 0,18                     | 3,00  |
| Loir-et-Cher, Blois 1881.....                 | 7,6                     | 18,3      | 21,9 | 2,15    | 3,20   | 1,80                             | 0,25                     | 4,88  |
| Loire-Inférieure, Nantes blanc 1883.          | 6,1                     | 15,1      | 19,1 | 1,48    | 1,89   | 1,02                             | traces                   | 6,81  |
| Lot, Cahors 1881.....                         | 10,0                    | 21,8      | 25,0 | 1,97    | 3,92   | 1,70                             | 0,16                     | 3,40  |
| Pyrénées-Orient., Roussillon 1881.            | 12,3                    | 24,7      | 28,9 | 3,87    | 1,04   | 2,50                             | 3,02                     | 2,92  |
| Saône-et-Loire, Mâcon 1881.....               | 10,5                    | 18,7      | 24,1 | 1,85    | 2,10   | 0,70                             | 0,53                     | 5,07  |
| » Thorins 1878.....                           | 12,2                    | 24,0      | 31,6 | 2,14    | 2,43   | 1,80                             | 0,30                     | 4,96  |
| Yonne, Augy 1881.....                         | 7,0                     | 19,3      | 23,7 | 2,30    | 2,78   | 2,10                             | 0,41                     | 5,00  |
| » Joigny 1884.....                            | 8,0                     | 20,3      | 24,8 | 2,24    | 3,29   | 1,74                             | 0,15                     | 5,72  |
| » blanc 1883.....                             | 7,7                     | 19,2      | 21,9 | 1,64    | 3,58   | 0,81                             | 0,02                     | 7,25  |
| Algérie, Bône 1881.....                       | 10,3                    | 19,1      | 24,6 | 2,89    | 0,82   | 0,60                             | 1,65                     | 6,37  |
| » Staouéli 1880. . . . .                      | 10,4                    | 22,3      | 28,8 | 4,62    | 0,80   | 0,70                             | 4,07                     | 4,80  |
| Espagne rouge 1881.....                       | 14,8                    | 25,6      | 30,9 | 4,03    | 1,90   | 3,50                             | 3,00                     | 2,70  |
| » 1883.....                                   | 10,7                    | 19,2      | 24,2 | 4,32    | 1,98   | 1,09                             | 3,32                     | 4,50  |
| Italie, Riposto 1880.....                     | 13,2                    | 24,1      | 28,4 | 3,88    | 0,86   | 3,70                             | 1,51                     | 2,90  |
| » rouge 1883.....                             | 13,0                    | 32,0      | 37,6 | 4,52    | 2,92   | 4,38                             | 3,74                     | 6,17  |
| » Sicile 1883.....                            | 13,8                    | 27,2      | 33,0 | 3,08    | 1,51   | 3,62                             | 0,37                     | 4,80  |
| Portugal, rouge 1882.....                     | 13,5                    | 20,8      | 26,0 | 2,92    | 3,15   | 2,90                             | 0,27                     | 3,72  |
| Turquie, Andrinople 1878.....                 | 11,4                    | 22,9      | 29,6 | 2,47    | 2,06   | 5,00                             | 0,71                     | 3,10  |
| Piquette, lavage des mares 1883,<br>Midi..... | 5,0                     | 17,9      | 20,8 | 4,68    | 3,59   | traces                           | 2,75                     | 4,07  |

## ANALYSES DE CIDRES PURS

| SUBSTANCES DOSÉES        | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Alcool p. 100 en vol.    | 6    | 5,2  | 3    | I    | 2,6  | 2,8  |
| Extrait à 100° . . . . . | 51,6 | 30,9 | 53,2 | 69,7 | 10,7 | 40,1 |
| Extrait dans le vide.    | 60,1 | 37,6 | 60,8 | 82   | 14,1 | 48   |
| Cendres . . . . .        | 3,5  | 2,5  | 2,6  | 2,54 | 1,45 | 1,98 |
| Carbonate de potas.      | 2,23 | "    | 1,8  | 1,51 | 1,12 | 1,3  |
| Acidité du cidre . . .   | 3,9  | 7,5  | 3,5  | 2,9  | 2,93 | 3,2  |
| » du résidu sec          | 2,7  | 4,4  | 2,9  | 1,2  | 1,32 | 1,8  |
| Sucre . . . . .          | 20   | 7,5  | 16,5 | 36   | 1,5  | 14   |

I. Cidre pur 1877, fruit des côtes, Bois-Guillaume près Rouen.

II. Cidre pur 1876, fruit de mesure, Yvetot.

III. Cidre pur, gros cidre 1880, environs de Bayeux.

IV. Cidre marchand non complètement fermenté.

V. Boisson de mén<sup>se</sup> des débitants. Yvetot 1878, mouillé.

VI. Boisson de ménage des particuliers aisés. Yvetot 1878, mouillé.

## COMPOSITION MOYENNE des CÉRÉALES

| SUBSTANCES       | EAU<br>p. 100. | MATIÈRES          |                   |                            | CELLU-<br>LOSE<br>p. 100 | CENDRE<br>p. 100 |
|------------------|----------------|-------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|
|                  |                | azotées<br>p. 100 | grasses<br>p. 100 | extra-<br>ctives<br>p. 100 |                          |                  |
| Froment . .      | 13,65          | 12,35             | 1,75              | 67,91                      | 2,63                     | 1,81             |
| Orge . . . . .   | 13,77          | 11,14             | 2,16              | 65,93                      | 5,31                     | 2,69             |
| Seigle . . . . . | 15,06          | 11,52             | 1,79              | 67,81                      | 2,01                     | 1,81             |
| Avoine . . . .   | 12,37          | 10,41             | 5,23              | 57,78                      | 11,19                    | 3,02             |
| Maïs . . . . .   | 13,12          | 9,85              | 4,62              | 68,41                      | 0,49                     | 1,51             |
| Riz . . . . .    | 13,11          | 7,85              | 0,88              | 76,52                      | 2,63                     | 1,01             |
| Millet . . . .   | 11,66          | 9,25              | 3,50              | 65,95                      | 7,29                     | 2,35             |
| Sarrasin . .     | 11,93          | 10,30             | 2,81              | 55,81                      | 16,43                    | 2,72             |

## Poids moyen d'un hectolitre de grains

|                  |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Blé . . . . .    | 76 <sup>kg</sup> | Avoine . . . . . | 47 <sup>kg</sup> |
| Seigle . . . . . | 72 <sup>kg</sup> | Maïs . . . . .   | 67 <sup>kg</sup> |

**TABLEAU****donnant la composition de quelques engrais.***Noir de raffinerie servant d'engrais.*

| SUBSTANCES DOSÉES                | CALCINÉ | BRUT |
|----------------------------------|---------|------|
| Charbon.....                     | 10,8    | 17   |
| Phosphate basique de calcium..   | 81,7    | 62   |
| Carbonate de calcium.....        | 3       | 2    |
| Silice.....                      | 2,8     | 5    |
| Matières minérales retenues .... | 1,7     | 4    |
| Azote.....                       | 0       | 4    |

*Guano du Pérou et de Bolivie*

| SUBSTANCES<br>DOSÉES | PÉROU | BOLIVIE | SUBSTANCES<br>DOSÉES | PÉROU | BOLIVIE |
|----------------------|-------|---------|----------------------|-------|---------|
| Eau.....             | 20    | 20      | Sels solubles ....   | 2,98  | 0,14    |
| Sable.....           | 1,25  | 1,19    | Matières volatiles,  |       |         |
| Phosphate de cal-    |       |         | organiques et        | 46,4  | 46,5    |
| cium.....            | 24    | 28      | sels ammon...        |       |         |
| Sels insolubles..    | 3     | 2,7     | Azote.....           | 12,2  | 14,6    |
| Potasse.....         | 2,32  | 1,06    | Ammoniaque....       | 8,2   | 4,9     |

*Poids d'azote et de diverses matières minérales  
contenu dans 1000<sup>kg</sup> de fumier*

| ENGRAIS ANALYSÉS                              | AZOTE | ACIDE<br>phospho-<br>rique | POTASSE<br>et<br>soude | MAGNÉSIE<br>et<br>chaux |
|---|-------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Fumier d'étable.....                          | 5     | 3,2                        | 8,3                    | 8,5                     |
| » frais.....                                  | 4,5   | 2,1                        | 6,6                    | 7,1                     |
| Fumier demi-consommé<br>et un peu desséché... | 5     | 3,5                        | 9,0                    | 9,4                     |
| Fumier consommé.....                          | 5,8   | 3,4                        | 5,8                    | 11,6                    |

**TABLEAU**  
**donnant la composition de quelques engrais (suite).**

*Analyse d'une poudrette (L'HÔTE).*

| SURSTANCES DOSÉES                | A L'ÉTAT<br>normal | SUPPOSÉE<br>sèche |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|
| Matières organiques azotées..... | 32,81              | 47,00             |
| Ammoniaque toute formée.....     | 0,59               | 0,35              |
| Acide nitrique.....              | 0,30               | 0,43              |
| Acide phosphorique.....          | 4,18               | 5,99              |
| Acide carbonique.....            | 2,87               | 4,11              |
| Acide sulfurique.....            | 3,50               | 5,02              |
| Chlore.....                      | 0,36               | 0,52              |
| Potasse et soude.....            | 2,15               | 3,08              |
| Chaux.....                       | 6,70               | 9,59              |
| Magnésie et oxyde de fer.....    | 2,72               | 3,90              |
| Silice, sable, argile.....       | 12,62              | 19,51             |
| Eau.....                         | 30,20              | "                 |
| Azote total.....                 | 1,52               | 2,17              |

*Analyse d'engrais marins (DURAND-CLAYE).*

| SUBSTANCES DOSÉES       | COËMONS |          |
|-------------------------|---------|----------|
|                         | d'épave | de coupe |
| Eau.....                | 72,64   | 68,24    |
| Azote.....              | 0,48    | 0,44     |
| Acide phosphorique..... | 0,09    | 0,14     |
| Chaux.....              | 0,80    | 0,98     |

**POUDRES ET MATIÈRES EXPLOSIBLES.****Données relatives à plusieurs agents explosifs.****(ROUX et SARRAU).**

| NATURE<br>de la matière explosible                                 | CALORIES<br>dégagées<br>par 1 <sup>kg</sup><br>poudre | POIDS<br>des gaz<br>pour 1 <sup>kg</sup> | VOLUME<br>des gaz<br>réduit à 0°<br>et 0 <sup>m</sup> , 760<br>pour 1 <sup>kg</sup> |
|--|---|--|---|
| Coton-poudre .....   | 1056,5  | 0,853                                    | <sup>1</sup><br>720   |
| Dynamite à 75 pour 100<br>(explosion de 2 <sup>e</sup> ordre).     | 1290,0  | 0,600                                    | 455   |
| Picrate de potassium.....  | 787,1   | 0,740                                    | 576   |
| Picrate 55 pour 100.....   | 916,3   | 0,485                                    | 334   |
| Salpêtre 45 pour 100.....  | 1180,2  | 0,466                                    | 329   |
| Picrate de potass. } parties<br>Chlorate        »        } égales. |   |  |   |

# **DONNÉES RELATIVES A DIVERS AGENTS EXPLOSIFS (BERTHELOT)**

| NATURE<br>de la matière explosible | COMPOSITION POUR 100<br>de matière. |        |              |               | QUANTITÉ<br>de chaleur<br>dégagée<br>par kilogr.<br>(en calories) | VOLUME<br>des gaz<br>formés<br>(en mètr.<br>cubes) | PRODUIT<br>de ces<br>deux<br>nombres |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------------|---------------|---|--|--------------------------------------|
|                                    | Sal-<br>pêtre                       | Soufre | Char-<br>bon | Chlo-<br>rate |   |  |                                      |
| Poudre de chasse.....              | 78,9                                | 9,8    | 11,0         | "             | 641000  | 0,216  | 139000                               |
| » de guerre.....                   | 74,7                                | 12,45  | 12,25        | "             | 608000  | 0,225  | 137000                               |
| » de mine.....                     | 65,0                                | 20,0   | 15,0         | "             | 510000  | 0,173  | 88000                                |
| » à base d'azotate de sodium.....  | "                                   | "      | "            | "             | 764000  | 0,248  | 190000                               |
| » » de chlorate de potassium.      | "                                   | 12,5   | 12,5         | 75,0          | 972000  | 0,318  | 309000                               |
| Chlorure d'azote.....              | "                                   | "      | "            | "             | 316000  | 0,370  | 117000                               |
| Nitroglycérine.....                | "                                   | "      | "            | "             | 1320000   | 0,710  | 937000                               |
| Fulmi-coton.....                   | "                                   | "      | "            | "             | 590000  | 0,801  | 472000                               |
| » mélé d'azotate de potassium.     | 46,0                                | "      | "            | "             | 989000  | 0,484  | 480000                               |
| » » de chlorate de potass.         | "                                   | "      | "            | "             | 1420000   | 0,484  | 680000                               |
| Acide picrique.....                | "                                   | "      | "            | "             | 687000  | 0,780  | 536000                               |
| » mélé de chlorate.....            | "                                   | "      | "            | "             | 1424000   | 0,408  | 582000                               |
| » » d'oxyde de plomb..             | "                                   | "      | "            | "             | 126000  | 0,120  | 15000                                |
| Picrate de potassium.....          | "                                   | "      | "            | "             | 578000  | 0,585  | 337000                               |
| » mélé d'azotate.....              | "                                   | "      | "            | "             | 852000  | 0,337  | 286000                               |
| » » de chlorate.....               | "                                   | "      | "            | 50,0          | 1422000   | 0,337  | 478000                               |

*Nota.* — Le corps oxydant, lorsque la proportion n'en est pas indiquée, est ajouté en quantité telle que la combustion soit complète.



## ÉPHÉMÉRIDES

## DES ÉTOILES VARIABLES POUR 1910.

Nous renvoyons le lecteur à l'*Annuaire* 1909 (p. 576 à 655) pour les explications, les positions des variables connues en août 1908 et leurs éléments.

Le volume actuel ne renferme que les positions pour 1900,0 des variables découvertes entre 1908 août et 1909 juillet. A la suite, nous donnons les époques des maxima et minima des variables à longue période. Un troisième Tableau contient les éphémérides des variables à courte période : On trouvera dans ce Tableau les étoiles du type Antalgol (p. 630 à 640) et celles du type Algol (p. 640 à 655). Nous ne donnons dans ce Tableau que la première phase en janvier (I) et en juillet (VII) et les multiples de la période, à l'aide desquels on trouvera facilement l'époque cherchée avec cette petite Table de concordance :

$$I \cdot 32^j = II \cdot 1^j; I \cdot 60^j = III \cdot 1^j; I \cdot 91^j = IV \cdot 1^j$$

$$I \cdot 121^j = V \cdot 1^j; I \cdot 152^j = VI \cdot 1^j$$

$$VII \cdot 32^j = VIII \cdot 1^j; VII \cdot 63^j = IX \cdot 1^j; VII \cdot 93^j = X \cdot 1^j$$

$$VII \cdot 124^j = XI \cdot 1^j; VII \cdot 154^j = XII \cdot 1^j$$

Dans les éphémérides (p. 618 à 655), nous avons ajouté l'indice (\*) aux numéros des étoiles qui se trouvent dans ce Volume pour les distinguer de celles de l'*Annuaire* 1909.

Nous avons employé les abréviations suivantes :

a, austral; Ch, de chasse; Gr, grand; i, indien; P, petit; V, volant; (1), type Algol; (2), peut-être type Algol; (3), courte période.

## POSITIONS MOYENNES POUR 1900,0.

| N <sup>os</sup> . | NOMS              | $\alpha$<br>1900,0 | $\delta$<br>1900,0 | MAX. | MIN.  |
|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------|-------|
|                   |                   | h m s              | ° ' "              |      |       |
| 2                 | Cassiopee .....   | 0. 4.55            | +54.19,4           | 9,4  | 14,0  |
| 23                | Andromède ....    | 0.27. 7            | +25.28,6           | 8,7  | 12,0  |
| 26                | Sculpteur (³) ..  | 0.31.29            | -26.13,1           | 9,6  | 10,5  |
| 28                | Toucan .....      | 0.40. 0            | -74.10,8           | 12,2 | 14,1  |
| 30                | Toucan .....      | 0.43. 7            | -73.15,9           | 11,4 | 12,8  |
| 86                | Triangle .....    | 2.21.17            | +32.17,0           | 10,0 | 11,5  |
| 119               | Horloge .....     | 3. 1. 0            | -59.19,4           | 7,0  | 9,3   |
| 120               | Persée .....      | 3. 1.44            | +52.48,0           | 11,0 | 12,0  |
| 137               | Persée .....      | 3.40.44            | +34. 0,7           | 9,5  | <11,5 |
| 156               | Persée .....      | 4. 9. 1            | +50.22,5           | 8,8  | <11,5 |
| 192               | Cocher .....      | 4.51.26            | +48. 8,5           | 9,3  | 12,5  |
| 212               | Cocher (³) .....  | 5. 8.13            | +40. 1,0           | 9,3  | 10,1  |
| 250               | Cocher .....      | 5.35. 2            | +38.53,2           | 9,5  | <12,0 |
| 252               | Taureau (³) ..... | 5.39.24            | +13.32,0           | 8,5  | 9,4   |
| 255               | Taureau .....     | 5.43.12            | +19. 2,0           | 10,0 | <15,0 |
| 256               | Taureau (³) ..... | 5.45.49            | +28. 5,1           | 9,4  | 11,0  |
| 263               | Cocher .....      | 5.49.44            | +45.29,7           | 9,3  | 10,3  |
| 265               | Orion (¹) .....   | 5.50.11            | +13.40,1           | 9,7  | 10,7  |
| 266               | Gémeaux (²) ..... | 5.54.33            | +24.28,1           | 9,3  | 10,5  |
| 269               | Gémeaux (³) ..... | 5.56.35            | +22.14,6           | 9,5  | 11,0  |
| 270               | Orion .....       | 5.57.16            | +16.22,3           | 9,5  | <12,0 |
| 271               | Gémeaux (³) ..... | 6. 2.32            | +22.37,8           | 9,0  | 10,0  |
| 279               | Gémeaux .....     | 6. 7.44            | +27.43,0           | 10,0 | <12,5 |
| 289               | Lynx .....        | 6.20.25            | +61.37,0           | 9,2  | 9,9   |
| 290               | Gémeaux (²) ..... | 6.22.12            | +20.36,8           | 9,6  | 10,5  |
| 291               | Girafe .....      | 6.23.40            | +67. 6,0           | 10,6 | <11,6 |
| 320               | Poiss. vol. ....  | 6.57.46            | -66.59,0           | 9,1  | 14,1  |
| 329               | Girafe (²) .....  | 7. 4. 9            | +73.29,7           | 9,8  | 10,9  |
| 330               | Cocher .....      | 7. 4.37            | +40.56,0           | 10,0 | 11,0  |
| 354               | Gémeaux .....     | 7.32.43            | +34.46,0           | 9,0  | <11,5 |
| 368               | Gr. Ourse .....   | 8. 1.41            | +65.31,5           | 9,2  | 10,1  |
| 458               | Voiles .....      | 10.26. 0           | -46.12,0           | 10,5 | <12,0 |

| N <sup>os</sup> . | NOMS                         | $\alpha$<br>1900,0 | $\delta$<br>1900,0 | MAX. | MIN.  |
|-------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|------|-------|
|                   |                              | h m s              | ° ' "              |      |       |
| 483               | Voiles .....                 | 10.49.25           | -52.39,6           | 10,7 | <15,3 |
| 499               | Carène.....                  | 11.11.15           | -57.23,0           | 8,8  | 10,0  |
| 540               | Gr. Ourse.....               | 12.15.40           | +61.51,9           | 7,1  | 8,4   |
| 633               | Gr. Ourse.....               | 13.58.30           | +54.56,9           | 10,0 | 17,0  |
| 659               | Loup .....                   | 14.29.27           | -42.55,8           | 8,2  | 9,6   |
| 665               | Bouvier <sup>(3)</sup> ..... | 14.41.32           | +23.44,0           | 12,8 | 14,5  |
| 684               | Serpent.....                 | 15. 8.51           | - 1.30,8           | 9,4  | 10,2  |
| 686               | Serpent.....                 | 15.10.58           | + 2.32,5           | 10,1 | 10,9  |
| 692               | Balance.....                 | 15.17.14           | -23.42,4           | 8,6  | 11,7  |
| 696               | Serpent.....                 | 15.26. 0           | + 2. 0,8           | 9,3  | 10,1  |
| 707               | Balance.....                 | 15.36.12           | -20.26,0           | 10,3 | <11,3 |
| 713               | Balance <sup>(2)</sup> ....  | 15.43.26           | -15.13,8           | 9,6  | 10,6  |
| 756               | Ophiuchus <sup>(1)</sup> ..  | 16.11. 6           | - 6.43,8           | 9,2  | 10,0  |
| 759               | Ophiuchus <sup>(1)</sup> ..  | 16.12.34           | - 6.24,9           | 10,5 | 11,2  |
| 761               | Serpent.....                 | 16.14. 5           | - 2.15,4           | 8,9  | 14,5  |
| 764               | Hercule.....                 | 16.18.41           | +19.44,4           | 7,0  | 7,8   |
| 769               | Ophiuchus .....              | 16.24.20           | -11.48,6           | 9,5  | 10,2  |
| 776               | Autel.....                   | 16.28.18           | -55.12,0           | 9,4  | 14,5  |
| 779               | Autel.....                   | 16.30.25           | -59.36,1           | 9,1  | <12,8 |
| 780               | Hercule.....                 | 16.31. 5           | +38.12,2           | 8,1  | 9,1   |
| 781               | Hercule.....                 | 16.31.34           | +13.31,0           | 9,0  | 10,0  |
| 795               | Hercule.....                 | 16.40.54           | +12.19,2           | 9,4  | <11,0 |
| 796               | Triangle aus'...             | 16.41.36           | -67.48,0           | 9,4  | 12,5  |
| 801               | Ophiuchus <sup>(3)</sup> ..  | 16.44.38           | + 3.48,6           | 9,8  | 11,1  |
| 802               | Autel.....                   | 16.46. 0           | -56. 6,0           | 9,3  | 13,5  |
| 808               | Scorpion.....                | 16.49.38           | -39.28,5           | 9,0  | <13,5 |
| 819               | Ophiuchus.....               | 16.59. 4           | + 5. 7,5           | 10,2 | 11,2  |
| 823               | Dragon.....                  | 17. 7.49           | +64.26,6           | 8,8  | 10,0  |
| 824               | Dragon.....                  | 17.11.14           | +57.58,7           | 8,1  | 9,7   |
| 834               | Dragon.....                  | 17.31.49           | +54. 0,0           | 9,5  | 12,0  |
| 835               | Scorpion.....                | 17.33.25           | -41.34,5           | 9,0  | 12,0  |
| 839               | Hercule.....                 | 17.35.57           | +33. 0,7           | 9,0  | 9,7   |
| 840               | Sagittaire .....             | 17.39. 4           | -18.36,8           | 8,5  | 9,8   |
| 849               | Scorpion .....               | 17.47.10           | -34.22,6           | 8,7  | 12,0  |
| 851               | Scorpion.....                | 17.47.28           | -34.19,7           | 8,8  | 11,0  |

| N <sup>os</sup> | NOMS.               | $\alpha$<br>1900,0 | $\delta$<br>1900,0 | MAX. | MIN.  |
|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|------|-------|
|                 |                     | h m s              | °                  |      |       |
| 855             | Hercule (1)....     | 17.49.41           | +16.57,8           | 9,3  | 11,1  |
| 856             | Scorpion (3)...     | 17.49.42           | -33.48,0           | 9,5  | 11,0  |
| 860             | Cour. austr. (2)... | 17.52.28           | -37.52,3           | 8,7  | 9,7   |
| 863             | Sagittaire (2)...   | 17.54.55           | -23. 1,1           | 8,7  | 10,1  |
| 872             | Cour. austr. (3)... | 18. 2.13           | -40.13,1           | 10,1 | 10,9  |
| 873             | Dragon.....         | 18. 2.25           | +58.19,7           | 9,0  | 11,0  |
| 874             | Sagittaire (3)...   | 18. 2.34           | -18.33,9           | 8,0  | 9,0   |
| 876             | Sagittaire (2)...   | 18. 4.48           | -23.42,2           | 9,5  | 10,2  |
| 877             | Sagittaire (2)...   | 18. 5.19           | -16.29,1           | 9,8  | 11,3  |
| 878             | Sagittaire (2)...   | 18. 5.50           | -29.52,9           | 9,5  | 10,7  |
| 880             | Sagittaire (3)...   | 18. 6.58           | -23. 8,5           | 7,2  | 8,2   |
| 884             | Sagittaire (3)...   | 18.11. 6           | -19. 6,4           | 8,0  | 9,2   |
| 886             | Serpent.....        | 18.11.40           | -13. 6,1           | 10,1 | 10,7  |
| 888             | Sagittaire (1)...   | 18.15.57           | -25.17,1           | 8,9  | 11,2  |
| 894             | Sagittaire (3)...   | 18.18.57           | -16.51,0           | 8,6  | 10,0  |
| 895             | Ecu (3).....        | 18.19.54           | -12.45,1           | 8,6  | 9,3   |
| 896             | Ecu (2).....        | 18.21. 4           | - 9.15,6           | 7,5  | 8,5   |
| 908             | Lyre.....           | 18.31.35           | +46. 3,0           | 10,0 | <11,5 |
| 911             | Cour. austr....     | 18.33.37           | -42.19,8           | 9,8  | 10,4  |
| 917             | Ecu (3).....        | 18.38.18           | - 7.49,8           | 7,5  | 8,4   |
| 918             | Sagittaire (2)...   | 18.38.43           | -19.29,8           | 8,8  | 9,7   |
| 919             | Ecu.....            | 18.38.47           | -13.19,5           | 8,6  | 10,1  |
| 930             | Sagittaire (2)...   | 18.43. 3           | -34.47,5           | 8,9  | 10,5  |
| 931             | Sagittaire.....     | 18.43.42           | -16.50,1           | 7,5  | 8,3   |
| 932             | Sagittaire (3)...   | 18.44.47           | -20.23,4           | 7,6  | 8,6   |
| 933             | Ecu.....            | 18.45.56           | -13. 2,6           | 10,0 | 14,0  |
| 935             | Ecu.....            | 18.48. 1           | -14.19,1           | 12,0 | 15,4  |
| 936             | Ecu.....            | 18.48.16           | -12.46,3           | 12,0 | <16,0 |
| 939             | Ecu.....            | 18.51. 0           | -10.39,3           | 8,3  | 9,7   |
| 942             | Sagittaire (3)...   | 18.53.38           | -23.50,5           | 8,8  | 9,9   |
| 952             | Sagittaire.....     | 18.58.16           | -14. 0,9           | 12,1 | <15,2 |
| 954             | Sagittaire.....     | 18.59.56           | -12.50,8           | 12,0 | 16,0  |
| 958             | Sagittaire.....     | 19. 1.16           | -29. 1,2           | 9,0  | <13,0 |
| 963             | Sagittaire.....     | 19. 3.23           | -12.30,7           | 10,5 | 15,8  |
| 969             | Aigle.....          | 19. 6.18           | - 1.33,0           | 10,8 | 11,7  |

| N <sup>os</sup> | NOMS.            | $\alpha$<br>1900,0 | $\delta$<br>1900,0 | MAX. | MIN.  |
|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|------|-------|
|                 |                  | h m s              | ° ' "              |      |       |
| 970             | Pet. Renard..... | 19. 7.14           | +22.13,0           | 7,5  | 8,5   |
| 971             | Sagittaire.....  | 19. 7.30           | -21.45,0           | 8,2  | <11,5 |
| 972             | Sagittaire.....  | 19. 8.12           | -17.36,0           | 9,2  | <11,7 |
| 989             | Sagittaire.....  | 19.11.39           | -24. 6,3           | 8,5  | <13,8 |
| 991             | Pet. Renard..... | 19.13.25           | +22.15,7           | 6,9  | 7,9   |
| 1001            | Pet. Renard (¹). | 19.17.32           | +25.23,1           | 7,3  | 8,3   |
| 1003            | Sagittaire.....  | 19.19.42           | -20.18,0           | 9,3  | 12,5  |
| 1080            | Télescope.....   | 19.56.18           | -56. 0,0           | 9,0  | <11,5 |
| 1081            | Cygne.....       | 19.57. 7           | +39.54,1           | 9,7  | 10,4  |
| 1214            | Verseau (³)....  | 21.10.11           | - 0.19,6           | 10,0 | 11,0  |
| 1215            | Verseau.....     | 21.11.11           | - 2.38,6           | 10,0 | <12,0 |
| 1217            | Verseau (²)....  | 21.14.52           | -11.13,6           | 9,2  | 10,2  |
| 1218            | Paon.....        | 21.15.14           | -70. 9,6           | 5,7  | 8,5   |
| 1220            | Verseau.....     | 21.17.46           | - 7.30,4           | 11,0 | <12,5 |
| 1221            | Verseau.....     | 21.17.58           | + 0.24,4           | 9,3  | <12,5 |
| 1226            | Verseau.....     | 21.31. 6           | + 2.47,1           | 10,7 | 11,7  |
| 1231            | Indien.....      | 21.38.24           | -65.46,0           | 9,8  | 10,8  |
| 1234            | Pégase.....      | 21.40.14           | +12.14,3           | 9,5  | <12,0 |
| 1240            | Verseau.....     | 21.45.32           | - 5.35,3           | 10,8 | 12,0  |
| 1244            | Poiss. austr.... | 21.56.48           | -28.21,0           | 10,8 | 12,1  |
| 1247            | Octant.....      | 21.58.48           | -75.16,0           | 8,0  | 11,0  |
| 1262            | Pégase.....      | 22.13. 5           | + 2.14,2           | 9,8  | 10,6  |
| 1263            | Pégase.....      | 22.13.24           | +13. 5,2           | 10,0 | 11,2  |
| 1264            | Verseau.....     | 22.14.32           | -14.54,3           | 10,0 | 11,5  |
| 1265            | Verseau (²)....  | 22.15.47           | - 7.28,1           | 9,2  | 9,9   |
| 1267            | Verseau (²)....  | 22.17.54           | -15.50,3           | 10,6 | 11,3  |
| 1268            | Céphée.....      | 22.19.33           | +73. 8,9           | 9,5  | 10,5  |
| 1285            | Lézard.....      | 22.40.21           | +49.13,0           | 10,0 | 11,0  |
| 1291            | Verseau (²)....  | 22.46.46           | -13.28,5           | 9,8  | 10,5  |
| 1292            | Verseau.....     | 22.49.41           | - 9.54,4           | 10,5 | 11,5  |
| 1293            | Lézard.....      | 22.52. 0           | +47.56,0           | 10,0 | <12,0 |
| 1308            | Verseau.....     | 23.17.33           | -11.22,2           | 8,4  | 9,4   |
| 1309            | Céphée.....      | 23.18. 3           | +78.24,7           | 9,5  | 11,5  |
| 1311            | Pégase.....      | 23.32. 0           | +32. 8,0           | 10,0 | 12,0  |

Va. — ÉPOQUES DES MAXIMA DES VARIABLES A LONGUE PÉRIODE  
EN 1910 (temps moyen civil)

ABBREVIATIONS : a = austral ; Ch = de chasse ; Gr = Grand ;  
i = indien ; P = Petit ; V = Volant.

| Janvier |                           |      | Janvier |                        |                  | Janvier |                        |                  |
|---------|---------------------------|------|---------|------------------------|------------------|---------|------------------------|------------------|
| I       | W <sup>2</sup> Girafe     | 140  | 17      | T Horloge              | 117              | 31      | S Couronne             | 693              |
| I       | U Sculpteur               | 46   | 18      | T <sup>2</sup> Lyre    | 950              |         | <b>Février</b>         |                  |
| 2?      | Z Poupe                   | 351  | 18      | .. Toucan              | 30 <sup>a</sup>  |         |                        |                  |
| 2?      | T <sup>3</sup> Sagittaire | 949  | 18      | S Aigle                | 1103             | I       | R <sup>6</sup> Cygne   | 1129             |
| 4       | U Carène                  | 489  | 19      | T Ch. de Ch.           | 549              | I       | X <sup>2</sup> Aigle   | 1033             |
| 4       | T Equerre                 | 709  | 20      | R <sup>2</sup> Hercule | 735              | I       | Z Girafe               | 377              |
| 4       | Y <sup>2</sup> Pégase     | 1252 | 20      | S Pois.aust.           | 1247             | I       | X Cocher               | 272              |
| 4       | T Centaure                | 616  | 22      | S <sup>3</sup> Lyre    | 970              | I       | W Cygne                | 1228             |
| 5?      | Z Verseau                 | 1318 | 22      | X Capric.              | 1207             | 2       | W <sup>2</sup> Girafe  | 140              |
| 5       | R Réticule                | 175  | 23      | T Paon                 | 1031             | 2       | V Lyre                 | 968              |
| 7       | R Télesc.                 | 1106 | 24      | R <sup>2</sup> Girafe  | 226              | 2       | V Antel                | 851              |
| 7       | T Flèche                  | 1001 | 24      | U Bélier               | 122              | 2       | T <sup>2</sup> Cygne   | 1036             |
| 8?      | U <sup>2</sup> Capric.    | 1141 | 25      | .. Gémeaux             | 271 <sup>a</sup> | 3       | R <sup>2</sup> Persée  | 87               |
| 8       | Z Cassiopée               | 1316 | 25      | T Colombe              | 220              | 4       | Z <sup>2</sup> Sagitt. | 1110             |
| 8       | S <sup>2</sup> Hercule    | 829  | 26      | R Flèche               | 1112             | 4       | .. Scorpion            | 849 <sup>a</sup> |
| 9       | S <sup>6</sup> Cygne      | 1239 | 26      | R Dauphin              | 1117             | 4       | R Balance              | 721              |
| 9       | R Colombe                 | 258  | 26      | S <sup>2</sup> Verseau | 1210             | 4       | R Cour. a.             | 945              |
| 9       | X Dragon                  | 880  | 26      | .. Hercule             | 819              | 5       | T Bélier               | 105              |
| 9       | W Colombe                 | 291  | 27      | W Loup                 | 684              | 6       | U Balance              | 708              |
| 9       | U Vierge                  | 569  | 27      | R Chevalet             | 184              | 6       | S Chevalet             | 213              |
| 9       | X Girafe                  | 177  | 28      | S Gémeaux              | 357              | 6       | S P. Renard            | 1047             |
| 11      | T Serpent                 | 902  | 28      | R Bélier               | 77               | 7?      | Z Lion                 | 434              |
| 12      | X Hydre                   | 421  | 29      | R Orion                | 195              | 7       | T Gr. Ourse            | 553              |
| 13      | U <sup>2</sup> Verseau    | 1309 | 29      | R Lynx                 | 318              | 7       | T <sup>2</sup> Hercule | 823              |
| 13      | X Couronne                | 715  | 29      | Y <sup>2</sup> Pégase  | 1252             | 7       | X <sup>2</sup> Lyre    | 939              |
| 14      | R Cassiopée               | 1330 | 30      | W <sup>2</sup> Ophiuc. | 856              | 7       | Z Taureau              | 259              |
| 14      | R Grue                    | 1236 | 30      | W Poupe                | 359              | 8       | T Dragon               | 863              |
| 14      | S <sup>2</sup> oup e      | 375  | 30      | U Ecrevisse            | 387              | 9       | Z Couronne             | 723              |
| 15?     | T Sculpteur               | 20   | 30      | X Scorpion             | 739              | 9       | T <sup>4</sup> Cygne   | 1204             |
| 15      | X Centaure                | 518  | 30      | U <sup>2</sup> Hercule | 749              | 10      | Z Voiles               | 438              |
| 15      | U <sup>2</sup> Balance    | 699  | 30      | W Girafe               | 283              | 10      | W Capric.              | 1111             |
| 17      | W <sup>2</sup> Girafe     | 140  | 31      | S Octant               | 831              | 11      | R <sup>2</sup> Bouvier | 666              |
| 17      | W Baleine                 | 1334 | 31      | Z Carène               | 431              | 11      | U Carène               | 489              |

V<sup>a</sup>. — ÉPOQUES DES MAXIMA (temps moyen civil)

| Février |                         |      | Fév         |                         |      | Mars |                         |      |
|---------|-------------------------|------|-------------|-------------------------|------|------|-------------------------|------|
| 12      | S Taureau               | 170  | 26?         | T Grue                  | 1269 | 15   | U <sup>3</sup> Lyre     | 928  |
| 12      | U Cour. a.              | 913  | 26          | R Sculpteur             | 54   | 15   | T Baleine               | 11   |
| 12      | X Pégase                | 1218 | 26          | S Cassiopée             | 51   | 15   | X <sup>2</sup> Sagitt.  | 973  |
| 13      | S Dauphin               | 1159 | 26          | S Colombe               | 255  | 16?  | U Verseau               | 1246 |
| 13      | U <sup>3</sup> Cassiop. | 1314 | 27?         | Y Gémeaux               | 355  | 16   | Z Baleine               | 45   |
| 13      | V Cygne                 | 1158 | 27?         | R <sup>2</sup> Licorne  | 336  | 17   | S Carène                | 446  |
| 13      | V Cocher                | 285  | 27          | V <sup>3</sup> Sagitt.  | 992  | 17   | R <sup>2</sup> Verseau  | 1214 |
| 14?     | Z <sup>2</sup> Cygne    | 1179 | 28          | V <sup>3</sup> Scorpion | 830  | 18   | Z Girafe                | 377  |
| 14      | T <sup>2</sup> Dragon   | 896  | 28          | W Lyre                  | 885  | 18   | U <sup>2</sup> Verseau  | 1309 |
| 14      | R <sup>2</sup> G. Ourse | 604  | <b>Mars</b> |                         |      | 19   | U <sup>3</sup> Ophiuch. | 858  |
| 14      | V Ecrevisse             | 379  | 1           | R <sup>2</sup> Sagitt.  | 1066 | 19   | R Dragon                | 784  |
| 15      | U Baleine               | 94   | 1           | T Cassiopée             | 14   | 19   | R Léopard               | 1284 |
| 15      | R Persée                | 129  | 2           | V <sup>2</sup> Poupe    | 306  | 20   | T Girafe                | 171  |
| 16      | R <sup>3</sup> Hercule  | 776  | 2           | .. Toucan               | 28   | 20   | Y <sup>2</sup> Aigle    | 1046 |
| 16      | Z <sup>2</sup> Aigle    | 1064 | 3           | V Sculpteur             | 1    | 21   | Y <sup>2</sup> Pégase   | 1252 |
| 17      | V Orion                 | 204  | 4           | W <sup>3</sup> Aigle    | 1051 | 22   | L <sup>2</sup> Poupe    | 333  |
| 17      | X Verseau               | 1263 | 4           | U <sup>2</sup> Cocher   | 247  | 22   | W <sup>2</sup> Girafe   | 140  |
| 17      | S Pégase                | 1307 | 5           | U <sup>3</sup> Hercule  | 900  | 22   | U <sup>3</sup> Aigle    | 1024 |
| 18      | U Dragon                | 982  | 6           | Y <sup>2</sup> Ophiuch. | 886  | 22   | U Carène                | 489  |
| 18      | T <sup>2</sup> Aigle    | 1020 | 6           | W <sup>2</sup> Girafe   | 140  | 22   | T Verseau               | 1172 |
| 18      | R Vierge                | 556  | 7           | V <sup>2</sup> Dragon   | 555  | 22   | Z Carène                | 449  |
| 18      | W <sup>2</sup> Girafe   | 140  | 7           | T Hercule               | 877  | 23?  | T Fourneau              | 131  |
| 18      | T Octant                | 1195 | 8           | l Carène                | 431  | 23   | S Lion                  | 498  |
| 19      | R <sup>2</sup> Cassiop. | 1322 | 9           | V Couronne              | 716  | 23   | W Licorne               | 311  |
| 20      | T <sup>2</sup> Girafe   | 292  | 9           | X Hercule               | 733  | 24   | T <sup>2</sup> Ophiuch. | 860  |
| 22      | .. Cour. a.             | 918  | 10          | W Hydre                 | 621  | 24   | .. Toucan               | 30a  |
| 22      | T Dauphin               | 1163 | 11?         | X <sup>2</sup> Persée   | 139  | 25   | W Hercule               | 782  |
| 22      | X Gémeaux               | 309  | 12          | .. Gémeaux              | 271a | 26   | V <sup>2</sup> Cassiop. | 36   |
| 22      | V Capric.               | 1205 | 12          | S Pet. Ourse            | 704  | 26   | Z <sup>2</sup> Scorpion | 782  |
| 23      | Y <sup>2</sup> Pégase   | 1252 | 12          | V Vierge                | 605  | 26   | T Lynx                  | 380  |
| 23      | R. Baleine              | 46   | 13?         | T <sup>2</sup> Gémeaux  | 308  | 28   | X Dauphin               | 1182 |
| 23      | Y Vierge                | 552  | 13?         | Z Céphée                | 80   | 28   | Z Lyre                  | 948  |
| 23      | X Baleine               | 123  | 13          | T Gr. Chien             | 340  | 29   | U Androm.               | 49   |
| 24      | V <sup>2</sup> Cocher   | 293  | 13          | S Lynx                  | 304  | 29   | Z Cygne                 | 1083 |
| 24      | S <sup>2</sup> Poupe    | 375  | 14?         | R Horloge               | 115  | 30?  | W <sup>3</sup> Lyre     | 941  |
| 25?     | R <sup>2</sup> Cocher   | 274  | 14?         | T <sup>3</sup> Scorpion | 788  | 30   | V <sup>2</sup> Hercule  | 817  |
| 25      | S <sup>2</sup> Hydre    | 477  |             |                         |      | 31?  | T <sup>3</sup> Sagitt.  | 949  |

V<sup>a</sup>. — ÉPOQUES DES MAXIMA (temps moyen civil)

| Mars         |                          |      | Avril      |                         |                  | Mai |                          |      |
|--------------|--------------------------|------|------------|-------------------------|------------------|-----|--------------------------|------|
| 31           | Y Licorne                | 314  | 18         | Z Aigle                 | 1115             | 6   | S Sagittaire             | 994  |
| 31           | W <sup>2</sup> Scorp.    | 824  | 18         | Y Pégase                | 1258             | 7   | X Balance                | 701  |
| <b>Avril</b> |                          |      | 19         | U <sup>2</sup> Ophiuch. | 832              | 7   | T Capric.                | 1219 |
|              |                          |      | 19         | S Toucan                | 15               | 7   | R Burin                  | 180  |
| 2            | .. Cour a.               | 901  | 20?        | V Girafe                | 263              | 8   | T Hyde                   | 398  |
| 2            | R Corbeau                | 539  | 20         | X Orion                 | 245              | 8   | T <sup>2</sup> Cassiopée | 1317 |
| 2            | R P. Renard              | 1197 | 20         | S Girafe                | 235              | 8   | V <sup>3</sup> Persée    | 154  |
| 3            | R Poissons               | 57   | 21         | U Bouvier               | 673              | 8   | S <sup>2</sup> Cocher    | 269  |
| 3            | S <sup>2</sup> Gr. Ourse | 558  | 22         | R Paon                  | 875              | 9   | Y <sup>2</sup> Pégase    | 1252 |
| 4            | T <sup>2</sup> Centaure  | 620  | 22         | Y Persée                | 128              | 9   | R <sup>3</sup> Ophiuch.  | 814  |
| 5?           | S Phénix                 | 1331 | 23         | W Girafe                | 140              | 9   | W <sup>2</sup> Girafe    | 140  |
| 5            | T Centaure               | 616  | 23         | R Microsc.              | 1152             | 10  | S Lyre                   | 976  |
| 5            | R <sup>2</sup> Vierge    | 634  | 24         | V <sup>2</sup> Cocher   | 293              | 10  | S <sup>2</sup> Centaure  | 501  |
| 5            | T Balance                | 681  | 24         | S P. Chien              | 349              | 10  | S <sup>3</sup> Sagitt.   | 947  |
| 5            | .. Hercule               | 742  | 25         | U Poissons              | 53               | 11  | R <sup>4</sup> Cygne     | 1045 |
| 6            | R Flèche                 | 1112 | 25         | V Balance               | 663              | 11  | U Eridan                 | 141  |
| 7?           | Z Lion                   | 434  | 26?        | W Cocher                | 223              | 12? | T Chevalet               | 219  |
| 7            | S <sup>2</sup> Poupe     | 375  | 26         | W Dragon                | 878              | 12  | R Gr. Ourse              | 471  |
| 7            | W <sup>2</sup> Girafe    | 140  | 27         | .. Gémeaux              | 271 <sup>a</sup> | 13  | U <sup>2</sup> Cygne     | 1231 |
| 8            | X Ecrevisse              | 397  | 28?        | S Dragon                | 795              | 13  | W Scorpion               | 747  |
| 8            | Z <sup>2</sup> Pégase    | 1253 | 28         | S Poissons              | 52               | 14  | S <sup>2</sup> Gémeaux   | 320  |
| 9            | U Télesc.                | 957  | 28         | V Bouvier               | 656              | 15  | V Pégase                 | 1244 |
| 9            | X Ophiuch.               | 911  | 28         | S Léopard               | 1274             | 16  | W Léopard                | 1254 |
| 9            | W <sup>2</sup> Lyre      | 929  | 29         | U Gr. Chien             | 284              | 16  | V Cassiopée              | 1304 |
| 11           | U <sup>2</sup> Scorpion  | 837  | 29         | U Centaure              | 551              | 18  | l Carène                 | 431  |
| 12           | R <sup>3</sup> Cassiop.  | 2    | 30         | U Carène                | 489              | 18  | R Poiss. a.              | 1262 |
| 12           | l Carène                 | 431  | <b>Mai</b> |                         |                  | 18  | S <sup>2</sup> Poupe     | 375  |
| 13?          | Z <sup>2</sup> Androm.   | 1301 |            |                         |                  | 20  | R <sup>2</sup> Girafe    | 226  |
| 13           | W Télesc.                | 1044 | 2?         | U <sup>2</sup> Dragon   | 893              | 20  | R Taureau                | 168  |
| 14?          | U <sup>2</sup> Aigle     | 1108 | 2          | U <sup>3</sup> Androm.  | 1336             | 21  | V Baleine                | 1328 |
| 14           | Y <sup>2</sup> Pégase    | 1252 | 2          | V Gémeaux               | 341              | 21  | V Licorne                | 287  |
| 14           | R Loup                   | 719  | 2          | V Androm.               | 31               | 22  | Y Dragon                 | 423  |
| 14           | S P. Renard              | 1047 | 2          | T <sup>2</sup> Sagitt.  | 1119             | 22  | U <sup>2</sup> Verseau   | 1309 |
| 15           | Y Androm.                | 64   | 3?         | X Sculpt.               | 32               | 22  | S Balance                | 691  |
| 16           | U Serpent                | 738  | 3          | Z Girafe                | 377              | 23  | .. Hercule               | 819  |
| 17           | W <sup>2</sup> Pégase    | 1297 | 4          | U P. Chien              | 356              | 25  | W <sup>2</sup> Girafe    | 140  |
| 17           | Y Orion                  | 252  | 4          | R Cour. a.              | 945              | 25  | R <sup>3</sup> Aigle     | 1010 |



## Va. — ÉPOQUES DES MAXIMA (temps moyen civil)

| Mai  |                        |                 | Juin |                         |                  | Juin    |                         |      |
|------|------------------------|-----------------|------|-------------------------|------------------|---------|-------------------------|------|
| 25   | R Cocher               | 216             | 11   | X Hercule               | 733              | 27      | R Scorpion              | 757  |
| 26?  | V <sup>3</sup> Lyre    | 940             | 11   | U Phénix                | 25               | 28      | Y <sup>2</sup> Pégase   | 1252 |
| 26   | X Gr. Ourse            | 388             | 11   | R <sup>2</sup> Balance  | 722              | 28      | S <sup>2</sup> Poupe    | 375  |
| 28?  | Z <sup>2</sup> Hercule | 910             | 12   | .. Gémeaux              | 271 <sup>a</sup> | 30?     | X Cassiopée             | 67   |
| 28   | V <sup>2</sup> Androm. | 73              | 12   | S Hydre                 | 396              | 30      | X Androm.               | 9    |
| 29   | .. Toucan              | 30 <sup>a</sup> | 13   | W Cygne                 | 1228             | 30      | T Eridan                | 147  |
| 30?  | S <sup>2</sup> Lyre    | 977             | 13   | T Flèche                | 1001             | Juillet |                         |      |
| 30   | X <sup>3</sup> Aigle   | 1092            | 13   | Y Balance               | 683              | 1       | Z Ophiuch.              | 828  |
| 30   | W Couron.              | 759             | 13   | U Paon                  | 1175             | 1       | W Lion                  | 480  |
| 31   | W Poupe                | 359             | 13   | S Microsc.              | 1222             | 1       | Y Capric.               | 1226 |
| 31   | R <sup>3</sup> Hercule | 776             | 14   | S Aigle                 | 1103             | 2       | S Verseau               | 1293 |
| 31   | S <sup>2</sup> Voiles  | 411             | 15   | W Eridan                | 156              | 4       | T Centaure              | 616  |
| Juin |                        |                 | 16   | R Flèche                | 1112             | 4       | W Paon                  | 841  |
| 1?   | S Boussole             | 400             | 16   | W Balance               | 702              | 4       | R <sup>2</sup> Aigle    | 1073 |
| 1    | U Capric.              | 1167            | 17   | R Triangle              | 96               | 4       | V Verseau               | 1166 |
| 1    | S <sup>2</sup> Dragon  | 922             | 17   | Z Girafe                | 377              | 4       | U Poupe                 | 367  |
| 1    | .. Androm.             | 1295            | 18   | T Androm.               | 12               | 5       | T <sup>2</sup> Bouvier  | 687  |
| 1    | T Phénix               | 22              | 18   | S Bouvier               | 648              | 6       | Y <sup>2</sup> Hercule  | 864  |
| 1    | W Flèche               | 999             | 18   | R Chevelure             | 526              | 7       | .. Toucan               | 28   |
| 2    | R <sup>3</sup> Androm. | 1303            | 20?  | T Gémeaux               | 380              | 7       | R <sup>2</sup> Capric.  | 1193 |
| 2    | X Girafe               | 177             | 20   | V Girafe                | 263              | 7       | U <sup>2</sup> Sagitt.  | 1071 |
| 2    | V <sup>6</sup> Cygne   | 1049            | 21   | R Girafe                | 653              | 7       | U <sup>2</sup> Hydre    | 638  |
| 2    | R Bouvier              | 652             | 21   | S <sup>2</sup> Scorpion | 807              | 9?      | R Toucan                | 1326 |
| 2    | R <sup>2</sup> Androm. | 34              | 21   | S P. Renard             | 1047             | 9       | S <sup>2</sup> Balance  | 694  |
| 3    | Y <sup>2</sup> Pégase  | 1252            | 21   | X <sup>2</sup> Centaure | 627              | 9       | U Cour. a.              | 913  |
| 4?   | Y <sup>3</sup> Androm. | 1295            | 22   | S Scorpion              | 758              | 10      | .. Hercule              | 742  |
| 5?   | Z Lion                 | 434             | 22   | V <sup>2</sup> Cocher   | 293              | 10      | U <sup>3</sup> Scorpion | 843  |
| 7?   | S Paon                 | 1054            | 22   | / Carène                | 431              | 11      | U Octant                | 594  |
| 7    | W Ophiuch.             | 762             | 23?  | T Fourneau              | 131              | 11      | R Chevalet              | 184  |
| 7    | Z <sup>2</sup> Carène  | 466             | 23?  | W P. Ren <sup>ard</sup> | 1099             | 11      | Y Cassiopée             | 1335 |
| 7    | U Carène               | 489             | 25   | R Ophiuch.              | 820              | 12?     | V Ecu                   | 931  |
| 8    | T <sup>2</sup> Balance | 679             | 25   | W Centaure              | 522              | 12      | R Indien                | 1277 |
| 8    | X <sup>2</sup> Carène  | 467             | 25   | V <sup>2</sup> Carène   | 442              | 12      | Z Capric.               | 1209 |
| 9    | S <sup>3</sup> Cygne   | 1145            | 25   | V Taureau               | 188              | 12      | W <sup>2</sup> Girafe   | 140  |
| 10   | W Girafe               | 140             | 25   | T Lynx                  | 380              | 13?     | T Grue                  | 1269 |
| 10   | V <sup>2</sup> Aigle   | 1027            | 26   | W <sup>2</sup> Girafe   | 140              | 14      | R Phénix                | 1323 |
|      |                        |                 | 27?  | T <sup>3</sup> Sagitt.  | 949              |         |                         |      |

•





## Va. — ÉPOQUES DES MAXIMA (temps moyen civil)

| Octobre         |                         |                  | Novembre        |                         |      | Décembre |                          |                  |
|-----------------|-------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|------|----------|--------------------------|------------------|
| 27              | Z Couronne              | 723              | 14              | S Vierge                | 609  | 1        | W Girafe                 | 253              |
| 28              | .. Gémeaux              | 271 <sup>a</sup> | 15              | R <sup>3</sup> Androm.  | 1303 | 2        | U <sup>2</sup> Verseau   | 1309             |
| 30              | R Hercule               | 736              | 15              | V <sup>3</sup> Scorpion | 830  | 2        | T Lièvre                 | 203              |
| 30              | W <sup>3</sup> Cygne    | 1123             | 16              | V <sup>2</sup> Androm.  | 73   | 2        | W Colombe                | 291              |
| 30              | R Cour. a.              | 945              | 16              | Y Licorne               | 314  | 2        | V Taureau                | 188              |
| 30              | S <sup>2</sup> Poupe    | 375              | 16              | S <sup>6</sup> Cygne    | 1239 | 3        | S Balance                | 691              |
| 31?             | T Pégase                | 1255             | 17              | T Flèche                | 1001 | 3        | U Cour. a.               | 913              |
| 31              | Z Girafe                | 377              | 17              | W <sup>2</sup> Girafe   | 140  | 3        | S <sup>3</sup> Lyre      | 970              |
| 31              | Y <sup>2</sup> Pégase   | 1252             | 17              | S Gémeaux               | 357  | 3        | W <sup>2</sup> Girafe    | 140              |
| <b>Novembre</b> |                         |                  | 17              | V Vierge                | 605  | 4        | R Loup                   | 719              |
| 1               | W <sup>2</sup> Girafe   | 140              | 17              | S Dauphin               | 1159 | 5        | U Centaure               | 551              |
| 1               | S Poiss. V.             | 354              | 19              | Y Androm.               | 64   | 6        | S Indien                 | 1180             |
| 3               | SP. Renard              | 1047             | 19              | W Aigle                 | 983  | 8        | R Vierge                 | 556              |
| 4               | X Hyde                  | 421              | 20              | R Dragon                | 784  | 8        | R Paon                   | 875              |
| 4               | R Flèche                | 1112             | 21              | T Sagittaire            | 986  | 8        | T <sup>2</sup> Centaure  | 620              |
| 5               | T ChiensCh.             | 549              | 24?             | W <sup>2</sup> Androm.  | 30   | 9?       | Z <sup>2</sup> Androm.   | 1301             |
| 6               | Z Scorpion              | 734              | 24              | T <sup>2</sup> Dragon   | 896  | 9        | Y Scorpion               | 768              |
| 7               | U <sup>2</sup> Ophiuch. | 832              | 24              | T <sup>2</sup> Scorpion | 818  | 9        | U Serpent                | 738              |
| 7               | S Aigle                 | 1103             | 24              | R Fourneau              | 90   | 10?      | Y Gémeaux                | 355              |
| 7               | Y Pégase                | 1258             | 24              | R P. Chien              | 328  | 11       | S <sup>2</sup> Poupe     | 375              |
| 8               | R <sup>2</sup> Vierge   | 634              | 25              | X Centaure              | 518  | 11       | R <sup>3</sup> Aigle     | 1010             |
| 9               | WEcrevisse              | 403              | 25              | Y <sup>2</sup> Pégase   | 1252 | 11       | R Grue                   | 1236             |
| 9               | U Microsc.              | 1136             | 25              | U Sculpteur             | 46   | 11       | T <sup>2</sup> Hercule   | 823              |
| 9               | U Carène                | 489              | 25              | Z Sagittaire            | 995  | 11       | W Licorne                | 311              |
| 9               | R Androm.               | 17               | 25              | U <sup>2</sup> Balance  | 699  | 11       | U <sup>3</sup> Aigle     | 1024             |
| 10              | U Hercule               | 767              | 25              | R Pégase                | 1298 | 12       | R <sup>4</sup> Cygne     | 1045             |
| 10              | R Dauphin               | 1117             | 26              | S Sculpteur             | 8    | 13       | .. Toucan                | 30 <sup>a</sup>  |
| 11              | .. Toucan               | 28               | 27?             | T Grue                  | 1269 | 13       | S <sup>2</sup> Gr. Ourse | 558              |
| 11              | V Orion                 | 204              | 28?             | T Chevalet              | 219  | 13       | V <sup>3</sup> Sagitt.   | 992              |
| 12              | U <sup>3</sup> Cassiop. | 1314             | 28              | R Colombe               | 258  | 13       | .. Gémeaux               | 271 <sup>a</sup> |
| 12              | l Carène                | 431              | 29?             | Z Lion                  | 434  | 14       | Z <sup>2</sup> Pégase    | 1253             |
| 12              | W <sup>2</sup> Pégase   | 1297             | 29?             | U Verseau               | 1246 | 14       | S Toucan                 | 15               |
| 13              | V Ecrevisse             | 379              | 29              | T Balance               | 681  | 15?      | U <sup>2</sup> Capric.   | 1141             |
| 14?             | Z <sup>2</sup> Cygne    | 1179             | <b>Décembre</b> |                         |      | 15       | S Scorpion               | 758              |
| 14              | R Equerre               | 700              | 1               | U Ecrevisse             | 387  | 15       | T Belier                 | 105              |
| 14              | X Gémeaux               | 309              | 1               | V Céphée                | 1324 | 15       | X Hercule                | 733              |
|                 |                         |                  |                 |                         |      | 15       | Z Girafe                 | 377              |

V<sup>a</sup>. — ÉPOQUES DES MAXIMA (temps moyen civil)

| Décembre |                        |      | Décembre |                         |      | Décembre |                       |      |
|----------|------------------------|------|----------|-------------------------|------|----------|-----------------------|------|
| 16?      | R <sup>5</sup> Cygne   | 1186 | 22       | S Léopard               | 1274 | 27       | V Hydre               | 478  |
| 16       | V <sup>2</sup> Cocher  | 293  | 23?      | Z Céphée                | 80   | 28?      | R Poiss. V.           | 332  |
| 17       | Z Cygne                | 1083 | 23       | R Chevalet              | 184  | 28       | U <sup>2</sup> Vierge | 568  |
| 17       | l Carène               | 431  | 23       | R <sup>2</sup> Cassiop. | 1322 | 29       | X Verseau             | 1263 |
| 18       | R <sup>2</sup> Céphée  | 95   | 23       | S Sagittaire            | 994  | 30       | R P. Renard           | 1197 |
| 18       | U Carène               | 489  | 23       | X Cocher                | 272  | 31       | T Centaure            | 616  |
| 18       | T Serpent              | 902  | 23       | V Sculpteur             | 1    | 32       | Y Persée              | 128  |
| 19       | W <sup>2</sup> Girafe  | 140  | 24?      | T Fourneau              | 131  | 32       | S Pégase              | 1307 |
| 20?      | T <sup>3</sup> Sagitt. | 949  | 25       | R <sup>3</sup> Ophiuch. | 814  | 33       | V Capric.             | 1205 |
| 20       | Y <sup>2</sup> Pégase  | 1252 | 25       | R <sup>3</sup> Hercule  | 776  | 33       | Z Aigle               | 1115 |
| 20       | V <sup>2</sup> Pégase  | 1272 | 25       | W Hercule               | 782  | 33       | X Dauphin             | 1182 |
| 20       | W Scorpion             | 747  | 25       | T Lynx                  | 380  | 33       | U Dragon              | 982  |
| 21       | R P. Lion              | 427  | 26?      | S Boussole              | 400  | 33       | V Cassiopée           | 1204 |
| 22       | U Capric.              | 1167 | 26       | L <sup>2</sup> Poupe    | 333  |          |                       |      |

V<sup>b</sup>. — ÉPOQUES DES MINIMA DES VARIABLES A LONGUE PÉRIODE  
EN 1910 (temps moyen civil)

| Janvier |                         |      | Janvier |                         |      | Janvier |                        |      |
|---------|-------------------------|------|---------|-------------------------|------|---------|------------------------|------|
| 1       | S <sup>2</sup> Poupe    | 375  | 12      | .. Toucan               | 28   | 29      | V Cassiopée            | 1304 |
| 1       | R Cocher                | 216  | 13      | U Centaure              | 551  | 29      | T <sup>2</sup> Balance | 679  |
| 2       | S Carène                | 446  | 14      | Z Ophiuch.              | 828  | 29      | R Girafe               | 653  |
| 3?      | W Scorpion              | 747  | 16?     | U Bouvier               | 673  | 30      | R P. Renard            | 1197 |
| 3       | Y Androm.               | 64   | 18      | l Carène                | 431  | 31      | X Androm.              | 9    |
| 5       | S Léopard               | 1274 | 20?     | V Pégase                | 1244 | 31      | S <sup>2</sup> Cocher  | 269  |
| 6       | U Serpent               | 738  | 20?     | W Eridan                | 156  |         |                        |      |
| 7?      | U Eridan                | 141  | 20?     | S Phénix                | 1331 |         |                        |      |
| 7?      | R <sup>3</sup> Hercule  | 776  | 20      | R Equerre               | 700  | 1       | U Poissons             | 53   |
| 7       | V P. Renard             | 1148 | 21?     | R Paon                  | 875  | 2       | R Ophiuch.             | 820  |
| 8?      | S Paon                  | 1054 | 21      | L <sup>2</sup> Poupe    | 333  | 2       | V <sup>2</sup> Cocher  | 293  |
| 8       | V <sup>2</sup> Hercule  | 817  | 21      | U <sup>2</sup> Ophiuch. | 832  | 3?      | S Toucan               | 15   |
| 8       | X Hercule               | 733  | 22      | R Gr. Ourse             | 471  | 3       | Y Cassiopée            | 1335 |
| 10?     | Z <sup>2</sup> Scorpion | 732  | 24      | T Céphée                | 1212 | 4?      | W Couron.              | 759  |
| 10      | S P. Renard             | 1047 | 24      | S Sagittaire            | 994  | 6       | U Carène               | 489  |
| 11?     | Z Lion                  | 434  | 25?     | V <sup>4</sup> Cygne    | 1014 | 6       | S <sup>2</sup> Dragon  | 922  |
| 11      | .. Toucan               | 208  | 27      | S Céphée                | 1236 | 6       | S Bouvier              | 618  |
| 11      | V Androm.               | 31   | 28?     | Z <sup>2</sup> Androm.  | 1301 | 7       | Z <sup>2</sup> Pégase  | 1253 |
| 11      | U <sup>2</sup> Persée   | 130  | 29      | Z Gr. Ourse             | 523  | 8       | Z Dauphin              | 1143 |

V<sup>b</sup>. — ÉPOQUES DES MINIMA (temps moyen civil).

| <b>Février</b> |                         |      | <b>Mars</b> |                        |                 | <b>Avril</b> |                         |      |
|----------------|-------------------------|------|-------------|------------------------|-----------------|--------------|-------------------------|------|
| 8              | W Androm.               | 78   | 5           | R <sup>2</sup> Girafe  | 226             | 2            | V <sup>2</sup> Cocher   | 293  |
| 8              | R <sup>3</sup> Ophiuch. | 814  | 9           | T Centaure             | 616             | 2            | W Pégase                | 1306 |
| 10?            | T Fourneau              | 131  | 10?         | Z Capric.              | 1209            | 3            | S Aigle                 | 1103 |
| 10             | R Triangle              | 96   | 10          | V <sup>2</sup> Androm. | 73              | 3            | S <sup>3</sup> Androm.  | 1313 |
| 10             | T Lynx                  | 380  | 11?         | Z Lion                 | 434             | 4            | R Scorpion              | 757  |
| 11?            | S <sup>2</sup> Scorpion | 807  | 11          | T Vierge               | 536             | 5            | R <sup>3</sup> Androm.  | 1303 |
| 11             | V <sup>2</sup> Taureau  | 182  | 12?         | T Eridan               | 147             | 7            | W Poupe                 | 359  |
| 11             | S <sup>2</sup> Poupe    | 375  | 12          | R Carène               | 419             | 7            | S Orion                 | 228  |
| 12             | Z Aigle                 | 1115 | 15          | V Taureau              | 188             | 8            | R Aigle                 | 959  |
| 12             | T Androm.               | 12   | 15          | V Verseau              | 1166            | 9            | U P. Ourse              | 643  |
| 13             | .. Hercule              | 742  | 16          | S Hercule              | 803             | 10           | W Cygne                 | 1228 |
| 14             | V P. Renard             | 1148 | 17          | U Carène               | 489             | 10           | U Cassiopée             | 29   |
| 15?            | X <sup>6</sup> Cygne    | 1221 | 17          | S Scorpion             | 758             | 12           | X Hercule               | 733  |
| 15             | R Serpent               | 717  | 17          | .. Toucan              | 30 <sup>a</sup> | 13?          | Z Sagittaire            | 995  |
| 16?            | V <sup>3</sup> Persée   | 154  | 19?         | U Toucan               | 41              | 13           | S Gr. Ourse             | 564  |
| 16             | X Balance               | 701  | 19          | Z <sup>2</sup> Persée  | 56              | 14?          | R <sup>2</sup> Scorpion | 810  |
| 18             | S Balance               | 691  | 19          | S P. Renard            | 1047            | 15           | R Chiens Ch.            | 626  |
| 18             | R Microsc.              | 1152 | 20          | Y Capric.              | 1226            | 18?          | R Gémeaux               | 323  |
| 18             | R Verseau               | 1315 | 20          | V Dragon               | 866             | 18?          | X Aigle                 | 1052 |
| 19             | R Chevelure             | 526  | 22          | S P. Lion              | 436             | 18?          | S Grue                  | 1270 |
| 20             | R <sup>3</sup> Lyre     | 985  | 22          | R Octant               | 270             | 20           | T Flèche                | 1001 |
| 20             | R <sup>4</sup> Cygne    | 1045 | 23          | U Octant               | 594             | 21?          | R <sup>3</sup> Hercule  | 776  |
| 20             | Y Cygne                 | 1053 | 23          | U <sup>2</sup> Sagitt. | 1071            | 24           | U Carène                | 489  |
| 21             | R Bouvier               | 662  | 23          | R Lion                 | 430             | 25           | X Cocher                | 272  |
| 22?            | U <sup>2</sup> Verseau  | 1309 | 23          | S Verseau              | 1293            | 27?          | U <sup>2</sup> Verseau  | 1300 |
| 23             | I Carène                | 431  | 23          | V P. Renard            | 1148            | 28?          | R Indien                | 1277 |
| 24?            | S Bélier                | 69   | 25?         | S Microsc.             | 1222            | 30           | R Sagittaire            | 989  |
| 24             | Y Céphée                | 26   | 25          | S <sup>2</sup> Poupe   | 375             | 30           | V P. Renard             | 1148 |
| 24             | V <sup>2</sup> Aigle    | 1027 | 25          | .. Hercule             | 819             |              |                         |      |
| 26             | U Orion                 | 264  | 25          | R Cour. a.             | 945             |              |                         |      |
|                |                         |      | 26          | W Verseau              | 1165            |              |                         |      |
|                |                         |      | 27?         | W Centaure             | 522             |              |                         |      |
|                |                         |      | 28          | Y <sup>2</sup> Hercule | 864             |              |                         |      |
|                |                         |      | 29          | X Girafe               | 177             |              |                         |      |
|                |                         |      | 30          | S Serpent              | 692             |              |                         |      |
|                |                         |      | 30          | I Carène               | 431             |              |                         |      |
|                |                         |      | 31?         | R Ecrevisse            | 376             |              |                         |      |
|                |                         |      | 32          | O Balaine              | 81              |              |                         |      |

|    |                         |      | <b>Mai</b> |                        |      |
|----|-------------------------|------|------------|------------------------|------|
| 1? | S <sup>2</sup> Centaure | 501  | 1?         | T Grue                 | 1265 |
| 1? | S <sup>2</sup> Balance  | 694  | 1          | R Chevalet             | 181  |
| 2  | R Lièvre                | 198  | 1          | U <sup>2</sup> Gémeaux | 341  |
| 3  | S <sup>2</sup> Gémeaux  | 320  | 1          | V <sup>2</sup> Taureau | 181  |
| 4  | S Hydre                 | 396  | 2?         | V Ophiuch.             | 761  |
| 5? | R Phénix                | 1323 | 3          | T Horloge              | 11   |
|    |                         |      | 3          | R Bélier               | 7    |
|    |                         |      | 4          | U <sup>2</sup> Androm. | 6    |

V<sup>b</sup>. — ÉPOQUES DES MINIMA (temps moyen civil)

| Mai |                         |                 | Juin |                         |                  | Juin |                         |      |
|-----|-------------------------|-----------------|------|-------------------------|------------------|------|-------------------------|------|
| 5   | l Carène                | 431             | 2    | R <sup>2</sup> Bouvier  | 666              | 29   | R <sup>2</sup> Girafe   | 226  |
| 5   | S Cygne                 | 1096            | 2    | U Carène                | 489              | 30?  | Z <sup>2</sup> Cygne    | 1179 |
| 5   | S <sup>2</sup> Poupe    | 375             | 2    | S Vierge                | 609              |      |                         |      |
| 6   | X Capric.               | 1207            | 3    | U Hercule               | 767              |      | <b>Juillet</b>          |      |
| 7   | R Vierge                | 556             | 6?   | X Hyde                  | 421              | 1?   | U <sup>2</sup> Verseau  | 1309 |
| 7   | U Vierge                | 569             | 6    | Z Pégase                | 1333             | 1    | S Octant                | 831  |
| 8   | S Baleine               | 19              | 7?   | Z <sup>2</sup> Sagitt.  | 1110             | 3    | T Gr. Ourse             | 553  |
| 8   | U Cour. a.              | 913             | 7    | T Centaure              | 616              | 4?   | U Baleine               | 94   |
| 8   | X <sup>2</sup> Pégase   | 1242            | 7    | V P. Renard             | 1148             | 4    | R Hyde                  | 606  |
| 9?  | Z Lion                  | 434             | 7    | R Dorade                | 179              | 6    | V Gr. Ourse             | 402  |
| 11  | W <sup>3</sup> Cygne    | 1123            | 9?   | Z <sup>2</sup> Scorpion | 732              | 7?   | R Fourneau              | 90   |
| 11  | V Céphée                | 1324            | 9    | l Carène                | 431              | 7?   | Z Lion                  | 434  |
| 12? | R Poiss. V.             | 332             | 10?  | R Colombe               | 258              | 7    | R Microsc.              | 1152 |
| 12? | T Fourneau              | 131             | 10   | L <sup>2</sup> Poupe    | 333              | 7    | X Centaure              | 518  |
| 12  | T Lynx                  | 380             | 10   | R Persée                | 129              | 7    | Y Vierge                | 552  |
| 14  | U Persée                | 68              | 11?  | W Capric.               | 1111             | 9    | V Orion                 | 204  |
| 14  | R <sup>2</sup> Pégase   | 1234            | 12   | W Cassiop.              | 38               | 9    | R P. Lion               | 427  |
| 15  | X Baleine               | 123             | 12   | Z <sup>2</sup> Pégase   | 1253             | 11   | U Carène                | 489  |
| 16? | T Sculpteur             | 20              | 13   | R Hercule               | 736              | 12?  | U Bouvier               | 673  |
| 16  | T <sup>2</sup> Cygne    | 1036            | 14   | W Lyre                  | 885              | 12   | R Androm.               | 17   |
| 19  | η Gêmeaux               | 280             | 15   | R P. Renard             | 1197             | 14   | X Hercule               | 733  |
| 19  | .. Toucan               | 2               | 15   | S <sup>2</sup> Poupe    | 375              | 15   | V P. Renard             | 1148 |
| 19  | T Equerre               | 709             | 15   | T ChiensCh.             | 549              | 15   | l Carène                | 431  |
| 20  | .. Hercule              | 742             | 16   | R Pégase                | 1298             | 17?  | R P. Chien              | 328  |
| 21  | R Cygne                 | 1022            | 16   | T Paon                  | 1031             | 18?  | R <sup>2</sup> Cassiop. | 1322 |
| 22  | Y <sup>2</sup> Ophiuch. | 886             | 17   | .. Gr. Ourse            | 540 <sup>a</sup> | 18   | U <sup>3</sup> Cassiop. | 1314 |
| 22  | .. Toucan               | 30 <sup>a</sup> | 17   | X Gêmeaux               | 309              | 18   | T Verseau               | 1172 |
| 23  | X Couronne              | 715             | 17   | S <sup>6</sup> Cygne    | 1239             | 18   | S <sup>2</sup> Cocher   | 269  |
| 25  | T Colombe               | 220             | 18?  | S Sculpteur             | 8                | 19   | Z Cassiopée             | 1316 |
| 25  | S P. Renard             | 1047            | 21?  | T Lièvre                | 203              | 19   | V <sup>2</sup> Taureau  | 182  |
| 26  | X Pégase                | 1218            | 21   | Z Aigle                 | 1115             | 20   | S Gêmeaux               | 357  |
| 28  | S <sup>2</sup> Verseau  | 1210            | 22   | U <sup>2</sup> Persée   | 130              | 20?  | .. Hercule              | 819  |
| 30  | R <sup>2</sup> Verseau  | 1214            | 23?  | S Phénix                | 1331             | 20   | V Ecrevisse             | 379  |
| 31  | V <sup>2</sup> Cocher   | 293             | 23   | R Cour. a.              | 945              | 20   | T Ecrevisse             | 399  |
| 31  | R Baleine               | 86              | 26   | Z Baleine               | 45               | 22   | S Dauphin               | 1159 |
| 31  | S Carène                | 446             | 28?  | S Lion                  | 498              | 23   | U Cocher                | 251  |
| 32  | T Hercule               | 877             | 28   | R Dauphin               | 1117             | 23   | U Poissons              | 53   |

## vb. — ÉPOQUES DES MINIMA (temps moyen civil)

| Juillet     |                         |                 | Août             |                        |      | Septembre      |                         |                 |
|-------------|-------------------------|-----------------|------------------|------------------------|------|----------------|-------------------------|-----------------|
| 24          | Y Licorne               | 314             | 19               | X Girafe               | 177  | 17             | V Cassiopée             | 1304            |
| 24          | V Vierge                | 605             | 20               | l Carène               | 431  | 18             | R Cassiopée             | 1330            |
| 25?         | U <sup>2</sup> Vierge   | 568             | 20               | W Cygne                | 1228 | 18             | R <sup>3</sup> Androm.  | 1307            |
| 26          | S <sup>2</sup> Gémeaux  | 320             | 21               | U Centaure             | 551  | 18             | W Hydre                 | 621             |
| 27          | S <sup>2</sup> Poupe    | 375             | 22               | V P. Renard            | 1148 | 19             | R Sculpteur             | 54              |
| 27          | .. Toucan               | 30 <sup>a</sup> | 24               | .. Hercule             | 742  | 20             | R Cour. a.              | 945             |
| 27          | V <sup>2</sup> Hercule  | 817             | 26               | R Orion                | 195  | 20             | V Bouvier               | 656             |
| 29          | V <sup>2</sup> Cocher   | 293             | 27               | Y Persée               | 128  | 21?            | W Couron.               | 759             |
| 29          | X Balance               | 701             | 27               | S Aigle                | 1103 | 23             | .. Toucan               | 28              |
| <b>Août</b> |                         |                 | 28               | S Pet. Ourse           | 704  | 23             | R <sup>4</sup> Cygne    | 1045            |
| 1           | U <sup>3</sup> Aigle    | 1024            | 28               | V <sup>2</sup> Androm. | 73   | 24             | T Flèche                | 1001            |
| 1           | S P. Renard             | 1047            | 30?              | S Dragon               | 795  | 24             | l Carène                | 431             |
| 2?          | W Licorne               | 311             | 31               | W Dragon               | 878  | 25?            | Z <sup>2</sup> Androm.  | 1301            |
| 3?          | R <sup>3</sup> Hercule  | 776             | 31               | S Léopard              | 1274 | 25             | V Gémeaux               | 341             |
| 4           | R Dragon                | 784             | 31               | U <sup>3</sup> Lyre    | 928  | 26?            | V Lyre                  | 968             |
| 4           | W Aigle                 | 983             | 31               | U Serpent              | 738  | 26             | V <sup>2</sup> Cocher   | 293             |
| 6           | W Poupe                 | 359             | <b>Septembre</b> |                        |      | 26             | R <sup>3</sup> Ophiuch. | 814             |
| 7           | Z <sup>2</sup> Ophiuch. | 925             | 1                | S Balance              | 691  | 26             | U Carène                | 489             |
| 7           | U Dragon                | 982             | 1                | V Taureau              | 188  | 26             | R Corbeau               | 539             |
| 9           | Y Androm.               | 61              | 2                | V Cocher               | 285  | 27             | V Androm.               | 31              |
| 9           | R Loup                  | 719             | 3?               | U Eridan               | 141  | 28             | S Couronne              | 693             |
| 10          | T <sup>2</sup> Centaure | 620             | 3?               | U <sup>2</sup> Verseau | 1309 | 28             | V P. Renard             | 1148            |
| 10          | T Bélier                | 105             | 4?               | Z Lion                 | 434  | 30?            | S Girafe                | 235             |
| 11          | U <sup>2</sup> Ophiuch. | 832             | 4                | T Capric.              | 1219 | 30?            | S Toucan                | 15              |
| 12?         | T Fourneau              | 131             | 5                | T Centaure             | 616  | 30             | R Vierge                | 556             |
| 12?         | S <sup>2</sup> Centaure | 501             | 6                | S <sup>2</sup> Poupe   | 375  | <b>Octobre</b> |                         |                 |
| 12?         | W Scorpion              | 747             | 6                | S Lynx                 | 304  | 1?             | T Girafe                | 171             |
| 12          | R Lynx                  | 318             | 8?               | V Balance              | 663  | 1              | V <sup>2</sup> Aigle    | 1027            |
| 12          | T Lynx                  | 380             | 9?               | R Paon                 | 875  | 1              | .. Toucan               | 30 <sup>a</sup> |
| 14          | Z Cygne                 | 1083            | 10               | S Scorpio              | 758  | 2              | T Hydre                 | 398             |
| 14          | X Ophiuch.              | 911             | 12?              | R <sup>2</sup> Sagitt  | 1066 | 2              | R Bouvier               | 662             |
| 15          | R <sup>2</sup> Persée   | 87              | 12               | S Sagitt.              | 994  | 2              | R Centaure              | 641             |
| 16          | T Balance               | 681             | 13               | T Cassiopée            | 14   | 2              | U Cour. a.              | 913             |
| 16          | S Pégase                | 1307            | 14               | X Dauphin              | 1182 | 4              | X Cocher                | 272             |
| 17          | Z Gr. Ourse             | 523             | 14               | V Couronne             | 716  | 6?             | S <sup>2</sup> Balance  | 694             |
| 18          | U Carène                | 489             | 15?              | T Grue                 | 1269 | 6              | V <sup>2</sup> Taureau  | 182             |
| 19          | W Hercule               | 782             | 15?              | T <sup>2</sup> Aigle   | 1020 | 7              | S P. Renard             | 1047            |



## yb. — ÉPOQUES DES MINIMA (temps moyen civil)

| Octobre         |                         |      | Novembre |                         |      | Novembre        |                         |                 |
|-----------------|-------------------------|------|----------|-------------------------|------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| 8               | T <sup>2</sup> Balance  | 679  | 5        | V P. Renard             | 1148 | 29              | U Vierge                | 569             |
| 8               | U Androm.               | 49   | 5        | Y <sup>2</sup> Hercule  | 864  | <b>Décembre</b> |                         |                 |
| 9               | S P. Chien              | 349  | 6        | R Bélier                | 77   | 1?              | X Cassiopée             | 67              |
| 9               | V <sup>2</sup> Cassiop. | 36   | 7?       | U <sup>2</sup> Verseau  | 1309 | 1               | U <sup>2</sup> Persée   | 130             |
| 10              | T Dragon                | 863  | 7        | U <sup>2</sup> Scorpion | 837  | 1               | R Ophiuch.              | 820             |
| 11?             | Z Poupe                 | 351  | 7        | X Baleine               | 123  | 2?              | U Toucan                | 41              |
| 11              | W Léopard               | 1254 | 8?       | Z <sup>2</sup> Scorpion | 732  | 4               | l Carène                | 431             |
| 12              | V Capric.               | 1226 | 9?       | V Licorne               | 287  | 4               | T Centaure              | 616             |
| 13              | R Chevalet              | 184  | 11       | T Lynx                  | 380  | 4               | W Poupe                 | 359             |
| 15              | V Cygne                 | 1158 | 12?      | T Fourneau              | 131  | 6               | .. Toucan               | 30 <sup>a</sup> |
| 15              | Z <sup>2</sup> Pégase   | 1253 | 12       | T Hercule               | 877  | 6               | R <sup>2</sup> Verseau  | 1214            |
| 16?             | W Centaure              | 522  | 14       | R Scorpion              | 757  | 7?              | T Sculpteur             | 20              |
| 16              | X Hercule               | 733  | 14       | R Baleine               | 86   | 7               | T Horloge               | 117             |
| 17              | S <sup>2</sup> Poupe    | 375  | 14       | .. Hercule              | 819  | 8               | Z Dauphin               | 1143            |
| 20?             | T <sup>2</sup> Sagitt.  | 1119 | 14       | S <sup>2</sup> Dragon   | 922  | 12              | X Capric.               | 1207            |
| 21              | R Poissons              | 57   | 15       | S Hydre                 | 396  | 12              | X Pégase                | 1218            |
| 22              | Y <sup>2</sup> Ophiuch. | 886  | 16?      | R <sup>3</sup> Hercule  | 776  | 13              | U Carène                | 480             |
| 23              | R <sup>2</sup> Girafe   | 226  | 16       | V Dauphin               | 1170 | 13              | V P. Renard             | 1148            |
| 23              | U <sup>2</sup> Hercule  | 749  | 16       | V Verseau               | 1166 | 13              | R <sup>2</sup> Bouvier  | 666             |
| 24?             | S Microsc.              | 1222 | 18?      | T Eridan                | 147  | 14?             | S Bélier                | 69              |
| 24              | U <sup>2</sup> Cocher   | 247  | 19?      | V Pégase                | 1244 | 14              | S P. Renard             | 1047            |
| 26?             | X <sup>2</sup> Taureau  | 178  | 20       | S Taureau               | 170  | 18              | S <sup>2</sup> Gémeaux  | 320             |
| 26              | R Girafe                | 653  | 20       | U <sup>2</sup> Sagitt.  | 1071 | 18              | R Cour. a.              | 945             |
| 28              | S Carène                | 446  | 21       | R Gr. Ourse             | 471  | 19              | U P. Chien              | 356             |
| 28              | L <sup>2</sup> Poupe    | 333  | 21       | R Taureau               | 168  | 24              | V <sup>2</sup> Taureau  | 182             |
| 29              | Z Aigle                 | 1115 | 22       | T <sup>2</sup> Cygne    | 1036 | 26              | Z Baleine               | 45              |
| 29              | R P. Renard             | 1197 | 23?      | R Horloge               | 115  | 27?             | S Poissons              | 52              |
| 30              | l Carène                | 431  | 23       | R Microsc.              | 1152 | 27              | S <sup>2</sup> Verseau  | 1210            |
| 30              | X <sup>2</sup> Pégase   | 1242 | 23       | T Androm.               | 12   | 27              | W Lyre                  | 885             |
| <b>Novembre</b> |                         |      | 24?      | S Phénix                | 1331 | 27              | S Verseau               | 1293            |
| 1               | S Bouvier               | 648  | 24       | V <sup>2</sup> Cocher   | 293  | 28              | Z Ophiuch.              | 828             |
| 1               | S <sup>3</sup> Cygne    | 1145 | 25       | S Gr. Ourse             | 564  | 28              | V Dragon                | 866             |
| 2?              | Z Lion                  | 434  | 28       | S <sup>2</sup> Poupe    | 875  | 29              | W Cygne                 | 1228            |
| 3               | R Triangle              | 96   | 28       | .. Hercule              | 742  | 31?             | S <sup>2</sup> Scorpion | 807             |
| 4               | U Carène                | 489  | 29?      | R Indien                | 1277 | 31?             | Z Lion                  | 434             |
| 4               | R <sup>2</sup> Androm.  | 34   | 29?      | R Phénix                | 1323 | 33              | S <sup>2</sup> Cocher   | 269             |
|                 |                         |      | 29       | T <sup>2</sup> Cassiop. | 1317 |                 |                         |                 |

ÉPOQUES DES MAXIMA ET MINIMA DES VARIABLES  
A COURTE PÉRIODE

|  |   |     |  |   |
|--|---|-----|--|---|
| X <sup>3</sup> Cassiopée 6                   |   | M 1 | 1 <sup>j</sup> 10 <sup>h</sup>                 | VII 3 <sup>j</sup> 15 <sup>h</sup>              |
| <i>m</i>                                     |   |     | 4. 2   | 2. 5  |
| 1 <i>p</i> : 4 <sup>j</sup> 1 <sup>h</sup> 7 | 4 <i>p</i> : 16 <sup>j</sup> 6 <sup>h</sup> 8 |     | 7 <i>p</i> : 28 <sup>j</sup> 12 <sup>h</sup> 0 | 10 <i>p</i> : 40 <sup>j</sup> 17 <sup>h</sup> 1 |
| 2 <i>p</i> : 8. 3. 4                         | 5 <i>p</i> : 20. 8. 6                         |     | 8 <i>p</i> : 32. 13. 7                         | 20 <i>p</i> : 81. 10. 2                         |
| 3 <i>p</i> : 12. 5. 1                        | 6 <i>p</i> : 24. 10. 3                        |     | 9 <i>p</i> : 36. 15. 4                         | 30 <i>p</i> : 122. 3. 3                         |

| V <sup>3</sup> <b>Andromède</b> 16 |                          | M I 019 <sup>h</sup>                    | VII 0113 <sup>h</sup>                   |
|------------------------------------|--------------------------|---|---|
| 1 p: 01 10 <sup>h</sup> 6          | 7 p: 31 2 <sup>h</sup> 2 | 40 p: 17 <sup>j</sup> 16 <sup>h</sup> 2 | 100 p: 44 <sup>j</sup> 4 <sup>h</sup> 4 |
| 2 p: 0. 21, 2                      | 8 p: 3. 12, 8            | 50 p: 22. 2, 2                          | 150 p: 66. 6, 7                         |
| 3 p: 1. 7, 8                       | 9 p: 3. 23, 4            | 60 p: 26. 12, 3                         | 200 p: 88. 8, 9                         |
| 4 p: 1. 18, 4                      | 10 p: 4. 10, 0           | 70 p: 30. 22, 3                         | 250 p: 110. 11, 1                       |
| 5 p: 2. 5, 0                       | 20 p: 8. 20, 1           | 80 p: 35. 8, 4                          | 300 p: 132. 13, 3                       |
| 6 p: 2. 15, 6                      | 30 p: 13. 6, 1           | 90 p: 39. 18, 4                         | 400 p: 176. 17, 8                       |

| Sculpteur 26 <sup>a</sup> M |                          | I oj 13 <sup>h</sup>       | VII oj 15 <sup>h</sup>      |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 p: oj 12 <sup>h</sup> 3   | 6 p: 3i 1 <sup>h</sup> 7 | 20 p: 10j 5 <sup>h</sup> 6 | 70 p: 35j 19 <sup>h</sup> 4 |
| 2 p: 1. 0, 6                | 7 p: 3. 13, 9            | 30 p: 15. 8, 3             | 80 p: 40. 22, 2             |
| 3 p: 1. 12, 8               | 8 p: 4. 2, 2             | 40 p: 20. 11, 1            | 90 p: 46. 1, 0              |
| 4 p: 2. 1, 1                | 9 p: 4. 14, 5            | 50 p: 25. 13, 9            | 100 p: 51. 3, 8             |
| 5 p: 2. 13, 4               | 10 p: 5. 2, 8            | 60 p: 30. 16, 7            | 200 p: 102. 7, 6            |

| Baleine 59 |                                      | M I    | oj 16 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>   | VII     | oj 12 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>    |
|------------|--------------------------------------|--------|--------------------------------------|---------|---------------------------------------|
| 1 p :      | oj 13 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 3 | 7 p :  | 3i 20 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 5 | 50 p :  | 27i 15 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 5 |
| 2 p :      | 1. 2. 32, 7                          | 8 p :  | 4. 10. 10, 8                         | 70 p :  | 38. 17. 4, 5                          |
| 3 p :      | 1. 15. 49, 1                         | 9 p :  | 4. 23. 27, 2                         | 90 p :  | 49. 18. 31, 5                         |
| 4 p :      | 2. 5. 5, 4                           | 10 p : | 5. 12. 43, 5                         | 100 p : | 55. 7. 15, 0                          |
| 5 p :      | 2. 18. 21, 8                         | 20 p : | 11. 1. 27, 0                         | 200 p : | 110. 14. 30, 0                        |
| 6 p :      | 3. 7. 38, 1                          | 30 p : | 16. 14. 10, 5                        | 300 p : | 165. 21. 45, 0                        |

| T <sup>3</sup> Cassiopée 106 |                                       | M | I | α 13 <sup>h</sup>                      | VII | α 21 <sup>h</sup>                       |
|------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|-----|---|
|                              |                                       | m |   | 1.13                                   |     | 1.21                                    |
| 1 p: 11.22 <sup>b</sup> 8    | 5 p: 9 <sup>j</sup> 18 <sup>b</sup> 0 |   |   | 9 p: 17 <sup>j</sup> 13 <sup>b</sup> 2 |     | 40 p: 77 <sup>j</sup> 23 <sup>b</sup> 8 |
| 2 p: 3.21,6                  | 6 p: 11.16,8                          |   |   | 10 p: 19.12,0                          |     | 50 p: 97.11,8                           |
| 3 p: 5.20,4                  | 7 p: 13.15,6                          |   |   | 20 p: 38.23,9                          |     | 70 p: 136.11,7                          |
| 4 p: 7.19,2                  | 8 p: 15.14,4                          |   |   | 30 p: 58.11,9                          |     | 90 p: 175.11,6                          |

**W<sup>2</sup> Cassiopée 61** M I 4<sup>j</sup>,2 VII 0<sup>j</sup>,8  
*m* 13,2 9,8

|                        |                        |                         |                          |
|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1p: 14 <sup>j</sup> 80 | 4p: 59 <sup>j</sup> 20 | 7p: 103 <sup>j</sup> 60 | 10p: 148 <sup>j</sup> 00 |
| 2p: 29,60              | 5p: 74,00              | 8p: 118,40              | 11p: 162,80              |
| 3p: 44,40              | 6p: 88,80              | 9p: 133,20              | 12p: 177,60              |

**Persée 157** M I 2<sup>j</sup> 19<sup>h</sup> VII 2<sup>j</sup> 4<sup>h</sup>

|                                     |                                      |                                      |  |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1p: 4 <sup>j</sup> 7 <sup>h</sup> 1 | 4p: 17 <sup>j</sup> 4 <sup>h</sup> 3 | 7p: 30 <sup>j</sup> 1 <sup>h</sup> 5 | 10p: 42 <sup>j</sup> 22 <sup>h</sup> 7 |
| 2p: 8,14,1                          | 5p: 21,11,4                          | 8p: 34, 8,6                          | 20p: 85,21,4                           |
| 3p: 12,21,2                         | 6p: 25,18,4                          | 9p: 38,15,6                          | 30p: 128,20,1                          |

**U<sup>3</sup> Persée 183** M I 9<sup>j</sup>,2 VII 7<sup>j</sup>,4

|                       |                       |                       |                         |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1p: 11 <sup>j</sup> 2 | 4p: 44 <sup>j</sup> 8 | 7p: 78 <sup>j</sup> 4 | 10p: 112 <sup>j</sup> 0 |
| 2p: 22,4              | 5p: 56,0              | 8p: 89,6              | 12p: 134,4              |
| 3p: 33,6              | 6p: 67,2              | 9p: 100,8             | 15p: 168,0              |

**X<sup>2</sup> Cocher 196** M I 4<sup>j</sup> 12<sup>h</sup> VII 9<sup>j</sup> 12<sup>h</sup>  
*m* 12, 2 5,12

|                                       |                                       |                                      |  |
|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1p: 11 <sup>j</sup> 15 <sup>h</sup> 0 | 4p: 46 <sup>j</sup> 12 <sup>h</sup> 1 | 7p: 81 <sup>j</sup> 9 <sup>h</sup> 2 | 10p: 116 <sup>j</sup> 6 <sup>h</sup> 3 |
| 2p: 23, 6,1                           | 5p: 58, 3,2                           | 8p: 93, 0,3                          | 12p: 139,12,4                          |
| 3p: 34,21,1                           | 6p: 69,18,2                           | 9p: 104,15,3                         | 14p: 162,18,5                          |

**Y Cocher 225** M I 2<sup>j</sup> 7<sup>h</sup> VII 2<sup>j</sup> 16<sup>h</sup>  
*m* 1,13 1,22

|                                      |                                       |                                      |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1p: 3 <sup>j</sup> 20 <sup>h</sup> 6 | 4p: 15 <sup>j</sup> 10 <sup>h</sup> 5 | 7p: 27 <sup>j</sup> 0 <sup>h</sup> 3 | 10p: 38 <sup>j</sup> 14 <sup>h</sup> 2 |
| 2p: 7,17,2                           | 5p: 19, 7,1                           | 8p: 30,20,9                          | 20p: 77, 4,3                           |
| 3p: 11,13,8                          | 6p: 23, 3,7                           | 9p: 34,17,5                          | 30p: 115,18,5                          |

**Gémeaux 269<sup>a</sup>** M I 2<sup>j</sup> 17<sup>h</sup> VII 4<sup>j</sup> 22<sup>h</sup>  
*m* 1,10 3,15

|                                      |                                      |                                       |  |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1p: 5 <sup>j</sup> 13 <sup>h</sup> 2 | 4p: 22 <sup>j</sup> 4 <sup>h</sup> 9 | 7p: 38 <sup>j</sup> 20 <sup>h</sup> 6 | 10p: 55 <sup>j</sup> 12 <sup>h</sup> 3 |
| 2p: 11, 2,5                          | 5p: 27,18,1                          | 8p: 44, 9,8                           | 20p: 111, 0,6                          |
| 3p: 16,15,7                          | 6p: 33, 7,4                          | 9p: 49,23,1                           | 30p: 166,12,9                          |

**W Gémeaux 297** M I 1<sup>j</sup> 12<sup>h</sup> VII 2<sup>j</sup> 14<sup>h</sup>  
*m* 6,12 7,14

|                                      |                                       |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1p: 7 <sup>j</sup> 22 <sup>h</sup> 0 | 4p: 31 <sup>j</sup> 15 <sup>h</sup> 9 | 7p: 55 <sup>j</sup> 9 <sup>h</sup> 9 | 10p: 79 <sup>j</sup> 3 <sup>h</sup> 8 |
| 2p: 15,20,0                          | 5p: 39,13,9                           | 8p: 63, 7,9                          | 15p: 118,17,8                         |
| 3p: 23,18,0                          | 6p: 47,11,9                           | 9p: 71, 5,9                          | 20p: 158, 7,7                         |

**T Licorne 289** M I 11j 5<sup>h</sup> VII 19j 7<sup>h</sup>  
*m* 3.7 11.9

1p: 2j 0<sup>h</sup> 3      3p: 8j 0<sup>h</sup> 9      5p: 135j 1<sup>h</sup> 5      7p: 189j 2<sup>h</sup> 1  
 2p: 54. 0, 6      4p: 108. 1, 2      6p: 162. 1, 8

**ζ Gémeaux 321** M I 9j 22<sup>h</sup> VII 1j 13<sup>h</sup>  
*m* 4.22 6.16

1p: 10j 3<sup>h</sup> 7      4p: 40j 14<sup>h</sup> 8      7p: 71j 1<sup>h</sup> 8      10p: 101j 12<sup>h</sup> 9  
 2p: 20. 7, 4      5p: 50. 18, 5      8p: 81. 5, 5      12p: 121. 20, 3  
 3p: 30. 11, 1      6p: 60. 22, 2      9p: 91. 9, 2      15p: 152. 7, 4

**U<sup>2</sup> Girafe 334** M I 11j 7 VII 8j 0  
*m* 2, 3 20, 8

1p: 22j 17      3p: 66j 51      5p: 110j 85      7p: 155j 19  
 2p: 44, 34      4p: 88, 68      6p: 133, 02      8p: 177, 36

**R<sup>2</sup> Gémeaux 338** M I 0j 18<sup>h</sup> VII 0j 22<sup>h</sup>  
*m* 0.17 0.21

1p: 0j 9<sup>h</sup> 5      7p: 2j 18<sup>h</sup> 7      30p: 11j 22<sup>h</sup> 1      80p: 31j 18<sup>h</sup> 8  
 2p: 0. 19, 1      8p: 3. 4, 3      35p: 13. 21, 7      90p: 35. 18, 2  
 3p: 1. 4, 6      9p: 3. 13, 8      40p: 15. 21, 4      100p: 39. 17, 5  
 4p: 1. 14, 1      10p: 3. 23, 4      50p: 19. 20, 8      200p: 79. 11, 0  
 5p: 1. 23, 7      20p: 7. 22, 7      60p: 23. 20, 1      300p: 119. 4, 5  
 6p: 2. 9, 2      25p: 9. 22, 4      70p: 27. 19, 5      400p: 158. 22, 0

**X Poupe 352** M I 4j 17<sup>h</sup> VII 5j 9<sup>h</sup>  
*m* 25. 11 26. 3

1p: 25j 22<sup>h</sup> 8      3p: 77j 20<sup>h</sup> 3      5p: 129j 17<sup>h</sup> 8      7p: 181j 15<sup>h</sup> 3  
 2p: 51. 21, 5      4p: 103. 19, 0      6p: 155. 16, 5

**V Carène 385** M I 4j 3<sup>h</sup> VII 3j 21<sup>h</sup>  
*m* 1. 23 1. 17

1p: 6j 16<sup>h</sup> 7      4p: 26j 18<sup>h</sup> 7      7p: 46j 20<sup>h</sup> 8      10p: 66j 22<sup>h</sup> 8  
 2p: 13. 9, 4      5p: 33. 11, 4      8p: 53. 13, 5      15p: 100. 10, 2  
 3p: 20. 2, 0      6p: 40. 4, 1      9p: 60. 6, 1      20p: 133. 21, 6

**T Voiles 389** M I 2j 8<sup>h</sup> VII 2j 6<sup>h</sup>  
*m* 0. 22 0. 21

1p: 4j 15<sup>h</sup> 3      2p: 9j 6<sup>h</sup> 7      3p: 13j 22<sup>h</sup> 0      4p: 18j 13<sup>h</sup> 4



$$80p:70^j14^h3 \quad 90p:79^j10^h1 \quad 100p:88^j5^h9 \quad 200p:176^j11^h9$$

S **Croix** 570      M I  $\frac{4^j}{m} \frac{4^h}{2.16}$       VII  $\frac{1^j}{4.14} \frac{9^h}{4}$

$$\begin{array}{llll} 1p: 4^j 16^h 6 & 4p: 18^j 18^h 2 & 7p: 32^j 19^h 9 & 10p: 46^j 21^h 6 \\ 2p: 9, 9, 1 & 5p: 23, 10, 8 & 8p: 37, 12, 5 & 20p: 93, 19, 1 \\ 3p: 14, 1, 7 & 6p: 28, 3, 3 & 9p: 42, 5, 0 & 30p: 140, 16, 7 \end{array}$$

W Vierge 603    M I     $\begin{matrix} 12^j & 13^h \\ m & 4, 8 \end{matrix}$     VII     $\begin{matrix} 4^j & 6^h \\ & 13, 8 \end{matrix}$

$$\begin{array}{llll} 1p: 17^j, 6^h, 5 & 4p: 69^j, 2^h, 0 & 7p: 120^j, 21^h, 5 & 10p: 172^j, 17^h, 1 \\ 2p: 34^j, 13, 0 & 5p: 86^j, 8, 5 & 8p: 138^j, 4, 1 & 15p: 259^j, 1, 6 \\ 3p: 51^j, 19, 5 & 6p: 103^j, 15, 0 & 9p: 155^j, 10, 6 & 20p: 345^j, 10, 1 \end{array}$$

|  |          |   |                    |     |                    |
|--|----------|---|--------------------|-----|--------------------|
| V <sup>2</sup> <b>Grande Ourse</b> 610 | M        | I | 0j 17 <sup>h</sup> | VII | 0j 21 <sup>h</sup> |
|  | <i>m</i> |   | 0.13               |     | 0.17               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 <i>p</i> : 0 <i>j</i> 11 <sup>h</sup> 2 | 7 <i>p</i> : 3 <i>j</i> 6 <sup>b</sup> 6 | 40 <i>p</i> : 18 <i>j</i> 17 <sup>h</sup> 4 | 100 <i>p</i> : 46 <i>j</i> 19 <sup>h</sup> 5 |
| 2 <i>p</i> : 0. 22, 5                     | 8 <i>p</i> : 3. 17, 9                    | 50 <i>p</i> : 23. 9, 7                      | 150 <i>p</i> : 70. 5, 2                      |
| 3 <i>p</i> : 1. 9, 7                      | 9 <i>p</i> : 4. 5, 1                     | 60 <i>p</i> : 28. 2, 1                      | 200 <i>p</i> : 93. 14, 9                     |
| 4 <i>p</i> : 1. 20, 9                     | 10 <i>p</i> : 4. 16, 3                   | 70 <i>p</i> : 32. 18, 4                     | 250 <i>p</i> : 117. 0, 7                     |
| 5 <i>p</i> : 2. 8, 2                      | 20 <i>p</i> : 9. 8, 7                    | 80 <i>p</i> : 37. 10, 8                     | 300 <i>p</i> : 140. 10, 4                    |
| 6 <i>p</i> : 2. 19, 4                     | 30 <i>p</i> : 14. 1, 0                   | 90 <i>p</i> : 42. 3, 1                      | 350 <i>p</i> : 163. 20, 2                    |

|                       |          |   |                |                |     |                |                |
|-----------------------|----------|---|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|
| V <b>Centaure</b> 655 | M        | I | 2 <sup>j</sup> | 0 <sup>h</sup> | VII | 2 <sup>j</sup> | 7 <sup>h</sup> |
|                       | <i>m</i> |   | 0.13           |                |     | 0.20           |                |

|                                      |                                       |                                       |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1p: 5 <sup>j</sup> 11 <sup>h</sup> 9 | 4p: 21 <sup>j</sup> 23 <sup>h</sup> 4 | 7p: 38 <sup>j</sup> 11 <sup>h</sup> 0 | 10p: 54 <sup>j</sup> 22 <sup>h</sup> 5 |
| 2p: 10, 23, 7                        | 5p: 27, 11, 3                         | 8p: 43, 22, 8                         | 20p: 109, 21, 1                        |
| 3p: 16, 11, 6                        | 6p: 32, 23, 1                         | 9p: 49, 10, 7                         | 30p: 164, 19, 6                        |

|                |          |                    |     |                    |
|----------------|----------|--------------------|-----|--------------------|
| R Triangle 686 | M I      | oj 13 <sup>h</sup> | VII | 2j 13 <sup>h</sup> |
|                | <i>m</i> | 2, 22              |     | 1, 13              |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| 1 <i>p</i> : 3 <sup>i</sup> 9 <sup>h</sup> 3 | 5 <i>p</i> : 16 <sup>i</sup> 22 <sup>h</sup> 7 | 9 <i>p</i> : 30 <sup>i</sup> 12 <sup>h</sup> 1 | 25 <i>p</i> : 84 <sup>i</sup> 17 <sup>h</sup> 5 |
| 2 <i>p</i> : 6, 18, 7                        | 6 <i>p</i> : 20, 8, 0                          | 10 <i>p</i> : 33, 21, 4                        | 30 <i>p</i> : 101, 16, 2                        |
| 3 <i>p</i> : 10, 4, 0                        | 7 <i>p</i> : 23, 17, 4                         | 15 <i>p</i> : 50, 20, 1                        | 40 <i>p</i> : 135, 13, 7                        |
| 4 <i>p</i> : 13, 13, 4                       | 8 <i>p</i> : 27, 2, 7                          | 20 <i>p</i> : 67, 18, 8                        | 50 <i>p</i> : 169, 11, 1                        |

|               |          |             |     |             |
|---------------|----------|-------------|-----|-------------|
| U Équerre 707 | M I      | $10^j 23^h$ | VII | $10^j 19^h$ |
|               | <i>m</i> | 8.14        |     | 4.19        |

$$\begin{array}{llll} 1p: 12^j 15^h 7 & 3p: 37^j 23^h 2 & 5p: 63^j 6^h 6 & 7p: 88^j 14^h 0 \\ 2p: 25, 7, 4 & 4p: 50, 14, 9 & 6p: 75, 22, 3 & 8p: 101, 5, 8 \end{array}$$

9p: 113j21<sup>h</sup>5    10p: 126j13<sup>h</sup>2    12p: 151j20<sup>h</sup>6    14p: 177j4<sup>h</sup>1

**S Triangle 724**    M I 6j 16<sup>h</sup> VII 2j 17<sup>h</sup>  
                                  m    4. 14                    0. 15    •

1p: 6j 7<sup>h</sup>8    4p: 25j 7<sup>h</sup>0    7p: 44j 6<sup>h</sup>3    10p: 63j 5<sup>h</sup>5  
 2p: 12. 15, 5    5p: 31. 14, 8    8p: 50. 14, 0    15p: 94. 20, 3  
 3p: 18. 23, 3    6p: 37. 22, 5    9p: 56. 21, 8    20p: 126. 11, 1

**U Triangle 730**    M I 2j 16<sup>h</sup> VII 1j 10<sup>h</sup>  
                                  m    2. 1                    0. 19

1p: 2j 13<sup>h</sup>6    5p: 12j 20<sup>h</sup>2    9p: 23j 2<sup>h</sup>8    40p: 102j 17<sup>h</sup>6  
 2p: 5. 3, 3    6p: 15. 9, 8    10p: 25. 16, 4    50p: 128. 10, 0  
 3p: 7. 16, 9    7p: 17. 23, 5    20p: 51. 8, 8    60p: 154. 2, 4  
 4p: 10. 6, 6    8p: 20. 13, 1    30p: 77. 1, 2    70p: 179. 18, 7

**S Équerre 756**    M I 5j 9<sup>h</sup> VII 9j 17<sup>h</sup>  
                                  m    1. 0                    5. 7

1p: 9j 18<sup>h</sup>1    4p: 39j 0<sup>h</sup>2    7p: 68j 6<sup>h</sup>4    10p: 97j 12<sup>h</sup>6  
 2p: 19. 12, 1    5p: 48. 18, 3    8p: 78. 0, 5    12p: 117. 0, 7  
 3p: 29. 6, 2    6p: 58. 12, 4    9p: 87. 18, 5    15p: 146. 6, 9

**V<sup>2</sup> Scorpion 813**    M I 4j 0<sup>h</sup> VII 4j 21<sup>h</sup>  
                                  m    2. 14                    3. 11

1p: 6j 1<sup>h</sup>5    4p: 24j 6<sup>h</sup>0    7p: 42j 10<sup>h</sup>4    10p: 60j 14<sup>h</sup>9  
 2p: 12. 3, 0    5p: 30. 7, 5    8p: 48. 11, 9    20p: 121. 5, 9  
 3p: 18. 4, 5    6p: 36. 9, 0    9p: 54. 13, 4    30p: 181. 20, 8

**X Sagittaire 842**    M I 1j 14<sup>h</sup> VII 2j 22<sup>h</sup>  
                                  m    5. 17                    7. 1

1p: 7j 0<sup>h</sup>3    4p: 28j 1<sup>h</sup>1    7p: 49j 2<sup>h</sup>0    10p: 70j 2<sup>h</sup>8  
 2p: 14. 0, 6    5p: 35. 1, 4    8p: 56. 2, 3    15p: 105. 4, 3  
 3p: 21. 0, 9    6p: 42. 1, 7    9p: 63. 2, 6    20p: 140. 5, 7

**S Autel 859**    M I 0j 18<sup>h</sup> VII 0j 12<sup>h</sup>  
                                  m    0. 16                    0. 21

1p: 0j 10<sup>h</sup>8    6p: 2j 17<sup>h</sup>1    20p: 9j 0<sup>h</sup>9    70p: 31j 15<sup>h</sup>2  
 2p: 0. 21, 7    7p: 3. 3, 9    30p: 13. 13, 4    80p: 36. 3, 7  
 3p: 1. 8, 5    8p: 3. 14, 8    40p: 18. 1, 8    90p: 40. 16, 1  
 4p: 1. 19, 4    9p: 4. 1, 6    50p: 22. 14, 3    100p: 45. 4, 6  
 5p: 2. 6, 2    10p: 4. 12, 5    60p: 27. 2, 7    150p: 67. 18, 9

200 *p*:90j<sup>9</sup>h<sup>1</sup> 250 *p*:112j<sup>2</sup>23<sup>h</sup>4 300 *p*:135j<sup>1</sup>13<sup>h</sup>7 400 *p*:180j<sup>1</sup>18<sup>h</sup>3

• **Y<sup>2</sup> Scorpion** 844 M I 20j<sup>1</sup> 1 VII 1j<sup>7</sup>  
*m* 13,1 15,0

1 *p*:20j<sup>1</sup>32 3 *p*:60j<sup>1</sup>96 5 *p*:101j<sup>1</sup>60 7 *p*:142j<sup>1</sup>24  
 2 *p*:40,64 4 *p*:81,28 6 *p*:121,92 8 *p*:162,56

**Y Ophiuchus** 850 M I 4j<sup>3</sup>h<sup>3</sup> VII 1j<sup>1</sup>11<sup>h</sup>  
*m* 15,1 5,6

1 *p*:17j<sup>1</sup>2<sup>h</sup>9 4 *p*:68j<sup>1</sup>11<sup>h</sup>6 7 *p*:119j<sup>1</sup>20<sup>h</sup>3 10 *p*:17j<sup>1</sup>5<sup>h</sup>0  
 2 *p*:34,5,8 5 *p*:85,14,5 8 *p*:136,23,2  
 3 *p*:51,8,7 6 *p*:102,17,4 9 *p*:154,2,1

**W Sagittaire** 870 M I 5j<sup>2</sup>h<sup>2</sup> VII 6j<sup>9</sup>h<sup>2</sup>  
*m* 2,2 3,9

1 *p*:7j<sup>1</sup>14<sup>h</sup>3 4 *p*:30j<sup>1</sup>9<sup>h</sup>1 7 *p*:53j<sup>1</sup>3<sup>h</sup>9 10 *p*:75j<sup>1</sup>22<sup>h</sup>7  
 2 *p*:15,4,5 5 *p*:37,23,4 8 *p*:60,18,2 15 *p*:113,22,1  
 3 *p*:22,18,8 6 *p*:45,13,6 9 *p*:68,8,4 20 *p*:151,21,4

**Y Sagittaire** 888 M I 2j<sup>1</sup>h<sup>1</sup> VII 5j<sup>1</sup>19<sup>h</sup>  
*m* 5,17 3,17

1 *p*:5j<sup>1</sup>18<sup>h</sup>6 4 *p*:23j<sup>1</sup>2<sup>h</sup>2 7 *p*:40j<sup>1</sup>9<sup>h</sup>9 10 *p*:57j<sup>1</sup>17<sup>h</sup>6  
 2 *p*:11,13,1 5 *p*:28,20,8 8 *p*:46,4,5 20 *p*:115,11,2  
 3 *p*:17,7,7 6 *p*:34,15,4 9 *p*:51,23,1 30 *p*:173,4,8

**U Sagittaire** 905 M I 6j<sup>1</sup>23<sup>h</sup> VII 1j<sup>1</sup>7<sup>h</sup>  
*m* 4,0 5,2

1 *p*:6j<sup>1</sup>17<sup>h</sup>9 4 *p*:26j<sup>1</sup>23<sup>h</sup>5 7 *p*:47j<sup>1</sup>5<sup>h</sup>1 10 *p*:67j<sup>1</sup>10<sup>h</sup>7  
 2 *p*:13,11,7 5 *p*:33,17,4 8 *p*:53,23,0 15 *p*:101,4,1  
 3 *p*:20,5,6 6 *p*:40,11,2 9 *p*:60,16,8 20 *p*:134,21,4

**3 Lyre** 934 M I 3j<sup>1</sup>7<sup>h</sup> VII 3j<sup>1</sup>4<sup>h</sup>  
*m* 0,5 13,0

1 *p*:12j<sup>1</sup>22<sup>h</sup>1 4 *p*:51j<sup>1</sup>16<sup>h</sup>3 7 *p*:90j<sup>1</sup>10<sup>h</sup>5 10 *p*:129j<sup>1</sup>4<sup>h</sup>7  
 2 *p*:25,20,1 5 *p*:64,14,4 8 *p*:103,8,6 12 *p*:155,0,9  
 3 *p*:38,18,2 6 *p*:77,12,4 9 *p*:116,6,7 14 *p*:180,21,0

**z Paon** 935 M I 4j<sup>1</sup>3<sup>h</sup> VII 4j<sup>1</sup>19<sup>h</sup>  
*m* 8,20 9,12

1 *p*:9j<sup>1</sup>2<sup>h</sup>0 2 *p*:18j<sup>1</sup>4<sup>h</sup>0 3 *p*:27j<sup>1</sup>6<sup>h</sup>0 4 *p*:36j<sup>1</sup>8<sup>h</sup>0



$$\begin{array}{cccc} 5p:45^j 10^h 1 & 7p:63^j 14^h 1 & 9p:81^j 18^h 2 & 15p:136^j 6^h 3 \\ 6p:54.12, 1 & 8p:72.16, 2 & 10p:90.20, 2 & 20p:181.16, 5 \end{array}$$
Y<sup>3</sup> **Aigle** 954 M I 9<sup>j</sup>8. VII 17<sup>j</sup>2

|                 |                 |                  |                   |
|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|
| $1p: 17^j_{13}$ | $4p: 68^j_{53}$ | $7p: 119^j_{92}$ | $10p: 171^j_{32}$ |
| $2p: 34_{26}$   | $5p: 85_{66}$   | $8p: 137_{06}$   |                   |
| $3p: 51_{40}$   | $6p: 102_{79}$  | $9p: 154_{19}$   |                   |

Z<sup>3</sup> **Aigle** 962 M I 8j<sub>15</sub><sup>h</sup> VII 6j<sub>9</sub><sup>b</sup>

|                                       |                                      |                                      |   |
|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| 1p: 13 <sup>j</sup> 18 <sup>h</sup> 0 | 4p: 55 <sup>j</sup> 0 <sup>h</sup> 0 | 7p: 96 <sup>j</sup> 6 <sup>h</sup> 0 | 10p: 137 <sup>j</sup> 12 <sup>h</sup> 0 |
| 2p: 27. 12, 0                         | 5p: 68. 18, 0                        | 8p: 110. 0, 0                        | 11p: 151. 6, 0                          |
| 3p: 41. 6, 0                          | 6p: 82. 12, 0                        | 9p: 123. 18, 0                       | 13p: 178. 18, 0                         |

R<sup>2</sup> Lyre 1005 M I 0<sup>j</sup> 20<sup>h</sup> VII 0<sup>j</sup> 15<sup>h</sup>

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| 1 <i>p</i> : 0 <sup>j</sup> 13 <sup>h</sup> 6 | 7 <i>p</i> : 3 <sup>j</sup> 23 <sup>h</sup> 2 | 30 <i>p</i> : 17 <sup>j</sup> 0 <sup>h</sup> 1 | 90 <i>p</i> : 51 <sup>j</sup> 0 <sup>h</sup> 3 |
| 2 <i>p</i> : 1. 3, 2                          | 8 <i>p</i> : 4. 12, 8                         | 40 <i>p</i> : 22. 16, 1                        | 100 <i>p</i> : 56. 16, 4                       |
| 3 <i>p</i> : 1. 16, 8                         | 9 <i>p</i> : 5. 2, 4                          | 50 <i>p</i> : 28. 8, 2                         | 150 <i>p</i> : 85. 0, 5                        |
| 4 <i>p</i> : 2. 6, 4                          | 10 <i>p</i> : 5 16, 0                         | 60 <i>p</i> : 34. 0, 2                         | 200 <i>p</i> : 113. 8, 7                       |
| 5 <i>p</i> : 2. 20, 0                         | 15 <i>p</i> : 8. 12, 1                        | 70 <i>p</i> : 39. 16, 2                        | 250 <i>p</i> : 141. 16, 9                      |
| 6 <i>p</i> : 3. 9, 6                          | 20 <i>p</i> : 11. 8, 1                        | 80 <i>p</i> : 45. 8, 3                         | 300 <i>p</i> : 170. 1, 1                       |

U Aigle 1006 M I 4j 18<sup>h</sup> VII 6j 8<sup>h</sup>  
*m* 2.10 4.1

$$\begin{array}{llll} 1p: 7^j 0^h 6 & 4p: 28^j 2^h 3 & 7p: 49^j 4^h 0 & 10p: 70^j 5^h 7 \\ 2p: 14^j 1^h 1 & 5p: 35^j 2^h 9 & 8p: 56^j 4^h 6 & 15p: 105^j 8^h 6 \\ 3p: 21^j 1^h 7 & 6p: 42^j 3^h 4 & 9p: 63^j 5^h 1 & 20p: 140^j 11^h 4 \end{array}$$

U **Petit Renard** 1018 M I 2j 21<sup>h</sup> VII 5j 15<sup>h</sup>  
*m* 7.10 2. 4

$$\begin{array}{llll} 1p: 7^j 23^h 7 & 4p: 31^j 23^h 0 & 7p: 55^j 22^h 2 & 10p: 79^j 21^h 5 \\ 2p: 15, 23, 5 & 5p: 39, 22, 7 & 8p: 63, 21, 9 & 15p: 119, 20, 2 \\ 3p: 23, 23, 2 & 6p: 47, 22, 5 & 9p: 71, 21, 7 & 20p: 159, 18, 9 \end{array}$$

|                           |          |   |                    |     |                    |
|---------------------------|----------|---|--------------------|-----|--------------------|
| T <sup>3</sup> Cygne 1035 | M        | I | 3j 19 <sup>h</sup> | VII | 3j 12 <sup>h</sup> |
|                           | <i>m</i> |   | 2. 12              |     | 2. 5               |

$1p: 3^j 20^h 3$      $5p: 19^j 5^h 5$      $9p: 34^j 14^h 7$      $25p: 96^j 3^h 4$   
 $2p: 7 \cdot 16, 6$      $6p: 23 \cdot 1, 8$      $10p: 38 \cdot 10, 9$      $30p: 115 \cdot 8, 8$   
 $3p: 11 \cdot 12, 9$      $7p: 26 \cdot 22, 1$      $15p: 57 \cdot 16, 4$      $35p: 134 \cdot 14, 3$   
 $4p: 15 \cdot 9, 2$      $8p: 30 \cdot 18, 4$      $20p: 76 \cdot 21, 9$      $40p: 153 \cdot 19, 8$

**η Aigle 1057** M I 2<sup>j</sup> 12<sup>h</sup> VII<sup>ma</sup> 0<sup>j</sup> 22<sup>h</sup>  
*m* 7. 8 5.17

1*p*: 7<sup>j</sup> 4<sup>h</sup> 2    4*p*: 28<sup>j</sup> 16<sup>h</sup> 9    7*p*: 50<sup>j</sup> 5<sup>h</sup> 6    10*p*: 71<sup>j</sup> 18<sup>h</sup> 3  
 2*p*: 14. 8,5    5*p*: 35. 21,2    8*p*: 57. 9,9    15*p*: 107. 15,5  
 3*p*: 21. 12,7    6*p*: 43. 1,4    9*p*: 64. 14,4    20*p*: 143. 12,7

**S Flèche 1070** M I 1<sup>j</sup> 11<sup>h</sup> VII 4<sup>j</sup> 21<sup>h</sup>  
*m* 6. 21 1. 22

1*p*: 8<sup>j</sup> 9<sup>h</sup> 2    4*p*: 33<sup>j</sup> 12<sup>h</sup> 7    7*p*: 58<sup>j</sup> 16<sup>h</sup> 2    10*p*: 83<sup>j</sup> 19<sup>h</sup> 7  
 2*p*: 16. 18,3    5*p*: 41. 21,9    8*p*: 67. 1,4    15*p*: 125. 17,6  
 3*p*: 25. 3,5    6*p*: 50. 7,0    9*p*: 75. 10,5    20*p*: 167. 15,4

**X Pet. Renard 1078** M I 5<sup>j</sup> 20<sup>h</sup> VII 1<sup>j</sup> 19<sup>h</sup>  
*m* 3. 19 6. 1

1*p*: 6<sup>j</sup> 7<sup>h</sup> 7    4*p*: 25<sup>j</sup> 6<sup>h</sup> 6    7*p*: 44<sup>j</sup> 5<sup>h</sup> 6    10*p*: 63<sup>j</sup> 4<sup>h</sup> 6  
 2*p*: 12. 13,3    5*p*: 31. 14,3    8*p*: 50. 13,2    15*p*: 94. 18,8  
 3*p*: 18. 23,0    6*p*: 37. 21,9    9*p*: 56. 20,9    20*p*: 126. 9,1

**U<sup>6</sup> Cygne 1091** M I 0<sup>j</sup> 13<sup>h</sup> VII 0<sup>j</sup> 16<sup>h</sup>  
*m* 0. 12 0. 15

1*p*: 0<sup>j</sup> 3<sup>h</sup> 2    9*p*: 1<sup>j</sup> 5<sup>h</sup> 1    80*p*: 10<sup>j</sup> 18<sup>h</sup> 9    700*p*: 94<sup>j</sup> 9<sup>h</sup> 7  
 2*p*: 0. 6,5    10*p*: 1. 8,4    90*p*: 12. 3,3    800*p*: 107. 21,4  
 3*p*: 0. 9,7    20*p*: 2. 16,7    100*p*: 13. 11,7    900*p*: 121. 9,1  
 4*p*: 0. 13,0    30*p*: 4. 1,1    200*p*: 26. 23,3    1000*p*: 134. 20,7  
 5*p*: 0. 16,2    40*p*: 5. 9,5    300*p*: 40. 11,0    1100*p*: 148. 8,4  
 6*p*: 0. 19,4    50*p*: 6. 17,8    400*p*: 53. 22,7    1200*p*: 161. 20,1  
 7*p*: 0. 22,7    60*p*: 8. 2,2    500*p*: 67. 10,4    1300*p*: 175. 7,8  
 8*p*: 1. 1,9    70*p*: 9. 10,6    600*p*: 80. 22,0

**X Cygne 1162** M I 6<sup>j</sup> 16<sup>h</sup> VII 5<sup>j</sup> 21<sup>h</sup>  
*m* 16. 20 16. 2

1*p*: 16<sup>j</sup> 9<sup>h</sup> 2    4*p*: 65<sup>j</sup> 12<sup>h</sup> 9    7*p*: 114<sup>j</sup> 16<sup>h</sup> 6    10*p*: 163<sup>j</sup> 20<sup>h</sup> 4  
 2*p*: 32. 18,5    5*p*: 81. 22,2    8*p*: 131. 1,9    11*p*: 180. 5,6  
 3*p*: 49. 3,7    6*p*: 98. 7,4    9*p*: 147. 11,1

**T Pet. Renard 1176** M I 4<sup>j</sup> 17<sup>h</sup> VII 1<sup>j</sup> 4<sup>h</sup>  
*m* 3. 7 4. 4

1*p*: 4<sup>j</sup> 10<sup>h</sup> 5    3*p*: 13<sup>j</sup> 7<sup>h</sup> 4    5*p*: 22<sup>j</sup> 4<sup>h</sup> 3    7*p*: 31<sup>j</sup> 1<sup>h</sup> 2  
 2*p*: 8. 20,9    4*p*: 17. 17,8    6*p*: 26. 14,8    8*p*: 35. 11,7



5p: 24<sup>j</sup> 22<sup>h</sup> 2    7p: 34<sup>j</sup> 21<sup>h</sup> 5    9p: 44<sup>j</sup> 20<sup>h</sup> 8    20p: 99<sup>j</sup> 16<sup>h</sup> 8  
 6p: 29. 21, 8    8p: 39. 21, 1    10p: 49. 20, 4    30p: 149. 13, 2

**S<sup>2</sup> Cassiopée 1312**    M    I    1<sup>j</sup> 21<sup>h</sup>    VII    3<sup>j</sup> 10<sup>h</sup>  
    m                    6. 9                    1. 15

1p: 6<sup>j</sup> 7<sup>h</sup> 1    4p: 35<sup>j</sup> 4<sup>h</sup> 3    7p: 44<sup>j</sup> 1<sup>h</sup> 6    10p: 62<sup>j</sup> 22<sup>h</sup> 8  
 2p: 12. 14, 2    5p: 31. 11, 4    8p: 50. 8, 6    15p: 94. 10, 2  
 3p: 18. 21, 2    6p: 37. 18, 5    9p: 56. 15, 7    20p: 125. 21, 6

**Y<sup>2</sup> Cassiopée 1319**    M    I    5<sup>j</sup> 9<sup>h</sup>    VII    6<sup>j</sup> 9<sup>h</sup>  
    m                    11. 16                    0. 13

1p: 12<sup>j</sup> 3<sup>h</sup> 2    4p: 48<sup>j</sup> 12<sup>h</sup> 7    7p: 84<sup>j</sup> 22<sup>h</sup> 3    10p: 121<sup>j</sup> 7<sup>h</sup> 9  
 2p: 24. 6, 4    5p: 60. 15, 9    8p: 97. 1, 5    12p: 145. 14, 2  
 3p: 36. 9, 6    6p: 72. 19, 1    9p: 109. 4, 7    14p: 169. 20, 6

**S<sup>3</sup> Vierge 651**    M    I    0<sup>j</sup> 18<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>    VII    0<sup>j</sup> 18<sup>h</sup> 49<sup>m</sup>

1p: 0<sup>j</sup> 9<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 4    8p: 3<sup>j</sup> 6<sup>h</sup> 59<sup>m</sup> 2    60p: 24<sup>j</sup> 16<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> 1  
 2p: 0. 19. 44. 8    9p: 3. 16. 51, 6    70p: 28. 19. 8, 1  
 3p: 1. 5. 37, 2    10p: 4. 2. 44, 0    80p: 32. 21. 52, 1  
 4p: 1. 15. 29. 6    20p: 8. 5. 28. 0    90p: 37. 0. 36, 1  
 5p: 2. 1. 22, 0    30p: 12. 8. 12, 0    100p: 41. 3. 20, 2  
 6p: 2. 11. 14, 4    40p: 16. 10. 56, 1    200p: 82. 6. 40, 3  
 7p: 2. 21. 6. 8    50p: 20. 13. 40, 1    300p: 123. 10. 0, 5

**W<sup>2</sup> Dragon 786**    M    I    0<sup>j</sup> 20<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>    VII    0<sup>j</sup> 13<sup>h</sup> 41<sup>m</sup>

1p: 0<sup>j</sup> 10<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> 8    8p: 3<sup>j</sup> 13<sup>h</sup> 2<sup>m</sup> 8    60p: 26<sup>j</sup> 13<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> 8  
 2p: 0. 21. 15, 7    9p: 3. 23. 40, 6    70p: 31. 0. 9, 3  
 3p: 1. 7. 53, 5    10p: 4. 10. 18, 5    80p: 35. 10. 27, 8  
 4p: 1. 18. 31, 4    20p: 8. 20. 36, 9    90p: 39. 20. 46, 2  
 5p: 2. 5. 9, 2    30p: 13. 6. 55, 4    100p: 44. 7. 4, 7  
 6p: 2. 15. 47, 1    40p: 17. 17. 13, 9    200p: 88. 14. 9, 4  
 7p: 3. 2. 24, 9    50p: 22. 3. 32, 4    300p: 132. 21. 14, 1

**S<sup>3</sup> Ophiuchus 833**    M    I    0<sup>j</sup> 16<sup>h</sup> 24<sup>m</sup>    VII    0<sup>j</sup> 17<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>

1p: 0<sup>j</sup> 10<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 5    7p: 3<sup>j</sup> 3<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> 7    40p: 18<sup>j</sup> 0<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> 9  
 2p: 0. 21. 37, 0    8p: 3. 14. 28, 2    50p: 22. 12. 26, 1  
 3p: 1. 8. 25, 6    9p: 4. 1. 16, 7    60p: 27. 0. 31, 4  
 4p: 1. 19. 14, 1    10p: 4. 12. 5, 2    70p: 31. 12. 36, 6  
 5p: 2. 6. 2, 6    20p: 9. 0. 10, 5    80p: 36. 0. 41, 8  
 6p: 2. 16. 51, 1    30p: 13. 12. 15, 7    90p: 40. 12. 47, 0

100p: 45j 0<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 3      200p: 90j 1<sup>h</sup> 44<sup>m</sup> 5      300p: 135j 2<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> 8

**Y Lyre 912**    M    I    0j 20<sup>h</sup> 26<sup>m</sup>      VII    0j 19<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1p: 0j 12 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 9 | 8p: 4j 0 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 0 | 60p: 30j 3 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 7 |
| 2p: 1. 0. 7, 8                          | 9p: 4. 12. 34, 9                        | 70p: 35. 4. 31, 5                         |
| 3p: 1. 12. 11, 6                        | 10p: 5. 0. 38, 8                        | 80p: 40. 5. 10, 3                         |
| 4p: 2. 0. 15, 5                         | 20p: 10. 1. 17, 6                       | 90p: 45. 5. 49, 1                         |
| 5p: 2. 12. 19, 4                        | 30p: 15. 1. 56, 4                       | 100p: 50. 6. 27, 9                        |
| 6p: 3. 0. 23, 3                         | 40p: 20. 2. 35, 2                       | 200p: 100. 12. 55, 8                      |
| 7p: 3. 12. 27, 2                        | 50p: 25. 3. 14, 0                       | 300p: 150. 19. 23, 7                      |

**Z<sup>2</sup> Lyre 921**    M    I    0j 16<sup>h</sup> 17<sup>m</sup>      VII    0j 16<sup>h</sup> 9<sup>m</sup>

|  |   |  |
|--|---|--|
| 1p: 0j 12 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 3 | 8p: 4j 2 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 0 | 60p: 30j 16 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 0 |
| 2p: 1. 0. 32, 5                          | 9p: 4. 14. 26, 3                        | 70p: 35. 18. 57, 5                         |
| 3p: 1. 12. 48, 8                         | 10p: 5. 2. 42, 5                        | 80p: 40. 21. 40, 0                         |
| 4p: 2. 1. 5, 0                           | 20p: 10. 5. 25, 0                       | 90p: 46. 0. 22, 5                          |
| 5p: 2. 13. 21, 3                         | 30p: 15. 8. 7, 5                        | 100p: 51. 3. 5, 0                          |
| 6p: 3. 1. 37, 5                          | 40p: 20. 10. 50, 0                      | 200p: 102. 6. 10, 0                        |
| 7p: 3. 13. 53, 8                         | 50p: 25. 13. 32, 5                      | 300p: 153. 9. 15, 0                        |

**W<sup>6</sup> Cygne 1016**    M    I    0j 19<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>      VII    0j 20<sup>h</sup> 36<sup>m</sup>

|  |  |  |
|--|--|--|
| 1p: 0j 11 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 9 | 8p: 3j 17 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 8 | 60p: 27j 23 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 0 |
| 2p: 0. 22. 23, 7                         | 9p: 4. 4. 46, 6                          | 70p: 32. 15. 49, 5                         |
| 3p: 1. 9. 35, 5                          | 10p: 4. 15. 58, 5                        | 80p: 37. 7. 48, 0                          |
| 4p: 1. 20. 47, 4                         | 20p: 9. 7. 57, 0                         | 90p: 41. 23. 46, 5                         |
| 5p: 2. 7. 59, 2                          | 30p: 13. 23. 55, 5                       | 100p: 46. 15. 45, 0                        |
| 6p: 2. 19. 11, 1                         | 40p: 18. 15. 54, 0                       | 200p: 93. 7. 30, 0                         |
| 7p: 3. 6. 22, 9                          | 50p: 23. 7. 52, 5                        | 300p: 139. 23. 15, 0                       |

**Y<sup>3</sup> Cygne 1144**    M    I    7j 6<sup>h</sup>      VII    7j 15<sup>h</sup>

|                          |                           |                            |                            |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1p: 15j 2 <sup>h</sup> 7 | 4p: 60j 10 <sup>h</sup> 8 | 7p: 105j 18 <sup>h</sup> 9 | 10p: 151j 3 <sup>h</sup> 0 |
| 2p: 30. 5, 4             | 5p: 75. 13, 5             | 8p: 120. 21, 6             | 11p: 166. 5, 7             |
| 3p: 45. 8, 1             | 6p: 90. 16, 2             | 9p: 136. 0, 3              | 12p: 181. 8, 4             |

**S<sup>5</sup> Cygne 1188**    M    I    1j 0<sup>h</sup> 48<sup>m</sup>      VII    0j 13<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>

|  |  |  |
|--|--|--|
| 1p: 0j 13 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 4 | 3p: 1j 16 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 3 | 5p: 2j 19 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 1 |
| 2p: 1. 2. 54, 8                          | 4p: 2. 5. 49, 7                          | 6p: 3. 8. 44, 5                          |

|  |  |  |
|--|--|--|
| 7p: 3i 22 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 0 | 30p: 16i 19 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 7 | 80p: 44i 20 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 8 |
| 8p: 4. 11. 39, 4                         | 40p: 22. 10. 16, 9                         | 90p: 50. 11. 8, 1                          |
| 9p: 5. 1. 6, 8                           | 50p: 28. 0. 51, 1                          | 100p: 56. 1. 42, 3                         |
| 10p: 5. 14. 34, 2                        | 60p: 33. 15. 25, 4                         | 200p: 112. 3. 24, 6                        |
| 20p: 11. 5. 8, 5                         | 70p: 39. 5. 59, 6                          | 300p: 168. 5. 6, 8                         |

V<sup>2</sup> **Capricorne** 1192 M 1 0i 18<sup>h</sup> 4<sup>m</sup>VII\* 0i 13<sup>h</sup> 59<sup>m</sup>

|  |  |  |
|--|--|--|
| 1p: 0i 10 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 5 | 8p: 3i 13 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 4 | 60p: 26i 20 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 6 |
| 2p: 0. 21. 29, 1                         | 9p: 4. 0. 49, 9                          | 70p: 31. 7. 58, 1                          |
| 3p: 1. 8. 13, 6                          | 10p: 4. 11. 25, 4                        | 80p: 35. 19. 23, 5                         |
| 4p: 1. 18. 58, 2                         | 20p: 8. 22. 50, 9                        | 90p: 40. 6. 49, 0                          |
| 5p: 2. 5. 42, 7                          | 30p: 13. 10. 16, 3                       | 100p: 44. 18. 14, 4                        |
| 6p: 2. 16. 27, 3                         | 40p: 17. 21. 41, 8                       | 200p: 89. 12. 28, 8                        |
| 7p: 3. 3. 11, 8                          | 50p: 22. 9. 7, 2                         | 300p: 134. 6. 43, 2                        |

W<sup>3</sup> **Cassiopee** 3 m 1 6i 21<sup>h</sup>VII 8i 18<sup>h</sup>

|                           |                         |                            |                           |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1p: 36i 13 <sup>h</sup> 8 | 2p: 7i 3 <sup>h</sup> 6 | 3p: 109i 17 <sup>h</sup> 4 | 4p: 146i 7 <sup>h</sup> 2 |
|                           |                         |                            | 5p: 182. 21, 0            |

X<sup>3</sup> **Andromède** 5 m 1 3i 16<sup>h</sup>VII 26i 5<sup>h</sup>

|                           |                           |                            |                            |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1p: 34i 21 <sup>h</sup> 9 | 2p: 69i 19 <sup>h</sup> 8 | 3p: 104i 17 <sup>h</sup> 7 | 4p: 139i 15 <sup>h</sup> 6 |
|                           |                           |                            | 5p: 174. 13, 4             |

U **Céphée** 40 m 1 3i 0<sup>h</sup> 19<sup>m</sup>VII 1i 12<sup>h</sup> 1<sup>m</sup>

|  |   |   |
|--|---|---|
| 1p: 2i 11 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 7 | 7p: 17i 10 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 2 | 25p: 62i 7 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 6 |
| 2p: 4. 23. 39, 5                         | 8p: 19. 22. 37, 9                         | 30p: 74. 18. 52, 3                        |
| 3p: 7. 11. 29, 2                         | 9p: 22. 10. 27, 7                         | 40p: 99. 17. 9, 7                         |
| 4p: 9. 23. 19, 0                         | 10p: 24. 22. 17, 4                        | 50p: 124. 15. 27, 1                       |
| 5p: 12. 11. 8, 7                         | 15p: 37. 9. 26, 1                         | 60p: 149. 13. 44, 6                       |
| 6p: 14. 22. 58, 5                        | 20p: 49. 20. 34, 9                        | 70p: 174. 12. 2, 6                        |

Z **Persée** 98 m 1 3i 10<sup>h</sup> 6<sup>m</sup>VII 2i 17<sup>h</sup> 59<sup>m</sup>

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1p: 3i 1 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 2 | 6p: 18i 8 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 5 | 15p: 45i 20 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 7 |
| 2p: 6. 2. 42, 5                         | 7p: 21. 9. 28, 7                        | 20p: 61. 3. 5, 6                           |
| 3p: 9. 4. 3, 7                          | 8p: 24. 10. 50, 0                       | 30p: 91. 16. 37, 4                         |
| 4p: 12. 5. 25, 0                        | 9p: 27. 12. 11, 2                       | 40p: 122. 6. 9, 3                          |
| 5p: 15. 6. 46, 2                        | 10p: 30. 13. 32, 5                      | 50p: 152. 19. 42, 4                        |

Y<sup>2</sup> Persée 101 m I 5j 3<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>VII 2j 14<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>1p: 6j 20<sup>h</sup> 44<sup>m</sup> 25p: 34j 7<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 89p: 61j 18<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> 4

2p: 13. 17. 28, 3

6p: 41. 4. 25, 0

10p: 68. 15. 21, 6

3p: 20. 14. 12, 5

7p: 48. 1. 9, 1

15p: 102. 23. 2, 4

4p: 27. 10. 56, 6

8p: 54. 21. 53, 3

20p: 137. 6. 43, 2

Z<sup>2</sup> Cassiopée 102 m I 1j 2<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>VII 0j 14<sup>h</sup> 7<sup>m</sup>1p: 1j 4<sup>h</sup> 41<sup>m</sup> 28p: 9j 13<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> 160p: 71j 17<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 5

2p: 2. 9. 22, 3

9p: 10. 18. 10, 6

70p: 83. 16. 2, 2

3p: 3. 14. 3, 5

10p: 11. 22. 51, 7

80p: 95. 14. 54, 0

4p: 4. 18. 44, 7

20p: 23. 21. 43, 5

90p: 107. 13. 45, 7

5p: 5. 23. 25, 9

30p: 35. 20. 35, 2

100p: 119. 12. 37, 4

6p: 7. 4. 7, 0

40p: 47. 19. 27, 0

120p: 143. 10. 20, 9

7p: 8. 8. 48, 2

50p: 59. 18. 18, 7

150p: 179. 6. 56, 2

S<sup>3</sup> Persée 116 m I 0j 23<sup>h</sup>VII 2j 13<sup>h</sup>1p: 2j 15<sup>h</sup> 55p: 13j 5<sup>h</sup> 69p: 23j 19<sup>h</sup> 730p: 79j 9<sup>h</sup> 5

2p: 5. 7, 0

6p: 15. 21, 1

10p: 26. 11, 2

40p: 105. 20, 7

3p: 7. 22, 6

7p: 18. 12, 6

15p: 39. 16, 8

50p: 132. 7, 8

4p: 10. 14, 1

8p: 21. 4, 1

20p: 52. 22, 3

60p: 158. 19, 0

X<sup>2</sup> Cassiopée 119 m I 3j 0<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>VII 15j 22<sup>h</sup> 7<sup>m</sup>1p: 32j 7<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> 63p: 96j 22<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 85p: 161j 13<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 0

2p: 64. 15. 7, 2

4p: 129. 6. 14, 4

Algol 120 m I 2j 23<sup>h</sup> 19<sup>m</sup>VII 2j 14<sup>h</sup> 43<sup>m</sup>1p: 2j 20<sup>h</sup> 49<sup>m</sup> 06p: 17j 4<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> 820p: 57j 8<sup>h</sup> 19<sup>m</sup> 2

2p: 5. 17. 37, 9

7p: 20. 1. 42, 7

30p: 86. 0. 28, 8

3p: 8. 14. 26, 9

8p: 22. 22. 31, 7

40p: 114. 16. 38, 4

4p: 11. 11. 15, 8

9p: 25. 19. 20, 6

50p: 143. 8. 48, 0

5p: 14. 8. 4, 8

10p: 28. 16. 9, 6

60p: 172. 0. 57, 5

T<sup>2</sup> Persée 125 m I 0j 12<sup>h</sup> 53<sup>m</sup>VII 1j 7<sup>h</sup> 38<sup>m</sup>1p: 0j 20<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> 24p: 3j 9<sup>h</sup> 33<sup>m</sup> 87p: 5j 22<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> 4

2p: 1. 16. 46, 4

5p: 4. 5. 56, 0

8p: 6. 19. 5, 6

3p: 2. 13. 9, 6

6p: 5. 2. 19, 2

9p: 7. 15. 28, 8

|   |  |  |
|---|--|--|
| 10p: 8j 11 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 0 | 50p: 42j 11 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 0 | 90p: 76j 10 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 0 |
| 20p: 16. 23. 44,0                         | 60p: 50. 23. 12,0                          | 100p: 84. 22. 40,0                         |
| 30p: 25. 11. 36,0                         | 70p: 59. 11. 4,0                           | 150p: 127. 10. 0,0                         |
| 40p: 33. 23. 28,0                         | 80p: 67. 22. 56,0                          | 200p: 169. 21. 20,0                        |

λ **Taureau** 149 m I 1j 0<sup>h</sup> 2<sup>m</sup>VII 1j 20<sup>h</sup> 3<sup>m</sup>

|  |   |  |
|--|---|--|
| 1p: 3j 22 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 2 | 6p: 23j 17 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 2 | 15p: 59j 7 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 0 |
| 2p: 7. 21. 44,4                          | 7p: 27. 16. 5,4                           | 20p: 79. 1. 24,0                         |
| 3p: 11. 20. 36,6                         | 8p: 31. 14. 57,6                          | 25p: 98. 19. 45,0                        |
| 4p: 15. 19. 28,8                         | 9p: 35. 13. 49,8                          | 30p: 118. 14. 6,0                        |
| 5p: 19. 18. 21,0                         | 10p: 39. 12. 42,0                         | 40p: 158. 2. 48,0                        |

W<sup>2</sup> **Taureau** 151 m I 2j 17<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>VII 1j 16<sup>h</sup> 57<sup>m</sup>

|  |   |  |
|--|---|--|
| 1p: 2j 18 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 2 | 6p: 16j 14 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 1 | 20p: 55j 9 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 8 |
| 2p: 5. 12. 54,4                          | 7p: 19. 9. 10,3                           | 30p: 83. 1. 35,6                         |
| 3p: 8. 7. 21,6                           | 8p: 22. 3. 37,5                           | 40p: 110. 18. 7,5                        |
| 4p: 11. 1. 48,8                          | 9p: 24. 22. 4,7                           | 50p: 138. 10. 39,4                       |
| 5p: 13. 20. 15,9                         | 10p: 27. 16. 31,9                         | 60p: 166. 3. 11,5                        |

V<sup>2</sup> **Persée** 155 m I 1j 10<sup>h</sup> 57<sup>m</sup>VII 2j 0<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>

|  |   |  |
|--|---|--|
| 1p: 1j 23 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 9 | 7p: 13j 19 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup> 2 | 40p: 78j 22 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 2 |
| 2p: 3. 22. 43,8                          | 8p: 15. 18. 55,0                          | 50p: 98. 16. 14,0                          |
| 3p: 5. 22. 5,6                           | 9p: 17. 18. 16,9                          | 60p: 118. 9. 52,4                          |
| 4p: 7. 21. 27,5                          | 10p: 19. 17. 38,8                         | 70p: 138. 3. 31,0                          |
| 5p: 9. 20. 49,4                          | 20p: 39. 11. 17,6                         | 80p: 157. 21. 10,0                         |
| 6p: 11. 20. 11,3                         | 30p: 59. 4. 56,4                          | 90p: 177. 14. 49,0                         |

W<sup>2</sup> **Persée** 158 m I 0j 17<sup>h</sup>VII 4j 13<sup>h</sup>

|                          |                           |                          |                          |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1p: 13j 4 <sup>h</sup> 8 | 4p: 52j 19 <sup>h</sup> 4 | 7p: 92j 9 <sup>h</sup> 9 | 10p: 132j 0 <sup>h</sup> |
| 2p: 26. 9. 7             | 5p: 66. 0. 2              | 8p: 105. 14,8            | 12p: 158. 10,            |
| 3p: 39. 14,5             | 6p: 79. 5. 1              | 9p: 118. 19,6            | 14p: 184. 19,            |

S<sup>2</sup> **Céphée** 190 m I 9j 2<sup>h</sup> VII 1j 23<sup>h</sup>

|                           |                           |                           |                          |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1p: 12j 10 <sup>h</sup> 1 | 4p: 49j 16 <sup>h</sup> 3 | 7p: 86j 22 <sup>h</sup> 6 | 10p: 124j 4 <sup>h</sup> |
| 2p: 24. 20,2              | 5p: 62. 2,4               | 8p: 99. 8,6               | 12p: 149. 1              |
| 3p: 37. 6,2               | 6p: 74. 12,5              | 9p: 111. 18,7             | 14p: 173. 21.            |



**Cocher 209** *m* I oj 14<sup>h</sup> VII oj 20<sup>h</sup>

|                                   |                                  |                                    |                                     |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 <i>p</i> : oj 16 <sup>h</sup> 0 | 6 <i>p</i> : 4j 0 <sup>h</sup> 0 | 20 <i>p</i> : 13j 7 <sup>h</sup> 9 | 70 <i>p</i> : 46j 15 <sup>h</sup> 5 |
| 2 <i>p</i> : 1. 8. 0              | 7 <i>p</i> : 4. 15. 9            | 30 <i>p</i> : 19. 23. 8            | 80 <i>p</i> : 53. 7. 4              |
| 3 <i>p</i> : 2. 0. 0              | 8 <i>p</i> : 5. 7. 9             | 40 <i>p</i> : 26. 15. 7            | 90 <i>p</i> : 59. 23. 3             |
| 4 <i>p</i> : 2. 16. 0             | 9 <i>p</i> : 5. 23. 9            | 50 <i>p</i> : 33. 7. 6             | 100 <i>p</i> : 66. 15. 3            |
| 5 <i>p</i> : 3. 8. 0              | 10 <i>p</i> : 6. 15. 9           | 60 <i>p</i> : 39. 23. 6            | 200 <i>p</i> : 133. 6. 5            |

**Y<sup>2</sup> Cocher 218** *m* I ij 0<sup>h</sup> VII 2j 16<sup>h</sup>

|                                   |                                    |                                    |                                     |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 <i>p</i> : 2j 17 <sup>h</sup> 4 | 5 <i>p</i> : 13j 15 <sup>h</sup> 2 | 9 <i>p</i> : 24j 12 <sup>h</sup> 9 | 30 <i>p</i> : 81j 19 <sup>h</sup> 0 |
| 2 <i>p</i> : 5. 10. 9             | 6 <i>p</i> : 16. 8. 6              | 10 <i>p</i> : 27. 6. 3             | 40 <i>p</i> : 109. 1. 3             |
| 3 <i>p</i> : 8. 4. 3              | 7 <i>p</i> : 19. 2. 0              | 15 <i>p</i> : 40. 21. 5            | 50 <i>p</i> : 136. 7. 7             |
| 4 <i>p</i> : 10. 21. 7            | 8 <i>p</i> : 21. 19. 5             | 20 <i>p</i> : 54. 12. 7            | 60 <i>p</i> : 163. 14. 0            |

**Z<sup>2</sup> Cocher 254** *m* I ij 3<sup>h</sup> VII oj 19<sup>h</sup>

|                                  |                                   |                                   |                                    |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 <i>p</i> : 3j 0 <sup>h</sup> 3 | 5 <i>p</i> : 15j 1 <sup>h</sup> 3 | 9 <i>p</i> : 27j 2 <sup>h</sup> 3 | 30 <i>p</i> : 90j 7 <sup>h</sup> 6 |
| 2 <i>p</i> : 6. 0. 5             | 6 <i>p</i> : 18. 1. 5             | 10 <i>p</i> : 30. 2. 5            | 40 <i>p</i> : 120. 10. 2           |
| 3 <i>p</i> : 9. 0. 8             | 7 <i>p</i> : 21. 1. 8             | 15 <i>p</i> : 45. 3. 8            | 50 <i>p</i> : 150. 12. 7           |
| 4 <i>p</i> : 12. 1. 0            | 8 <i>p</i> : 24. 2. 0             | 20 <i>p</i> : 60. 5. 1            | 60 <i>p</i> : 180. 15. 3           |

**W<sup>2</sup> Gémeaux 267** *m* I oj 18<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> VII 3j 3<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1 <i>p</i> : 2j 20 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 2 | 6 <i>p</i> : 17j 4 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 1 | 20 <i>p</i> : 57j 2 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 5 |
| 2 <i>p</i> : 5. 17. 32. 4                         | 7 <i>p</i> : 20. 1. 23. 2                         | 30 <i>p</i> : 85. 23. 5. 3                         |
| 3 <i>p</i> : 8. 14. 18. 5                         | 8 <i>p</i> : 22. 22. 9. 4                         | 40 <i>p</i> : 114. 14. 47. 0                       |
| 4 <i>p</i> : 11. 11. 4. 7                         | 9 <i>p</i> : 25. 18. 55. 6                        | 50 <i>p</i> : 143. 6. 28. 8                        |
| 5 <i>p</i> : 14. 7. 50. 9                         | 10 <i>p</i> : 28. 15. 41. 8                       | 60 <i>p</i> : 171. 22. 10. 6                       |

**W<sup>2</sup> Licorne 298** *m* I 2j 5<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> VII 2j 7<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1 <i>p</i> : 1j 21 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 7 | 7 <i>p</i> : 13j 8 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 2 | 40 <i>p</i> : 76j 5 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 6 |
| 2 <i>p</i> : 3. 19. 29. 5                         | 8 <i>p</i> : 15. 5. 57. 9                         | 50 <i>p</i> : 95. 7. 17. 1                         |
| 3 <i>p</i> : 5. 17. 14. 2                         | 9 <i>p</i> : 17. 3. 42. 7                         | 60 <i>p</i> : 114. 8. 44. 5                        |
| 4 <i>p</i> : 7. 14. 59. 0                         | 10 <i>p</i> : 19. 1. 27. 4                        | 70 <i>p</i> : 133. 10. 11. 9                       |
| 5 <i>p</i> : 9. 12. 43. 7                         | 20 <i>p</i> : 38. 2. 54. 8                        | 80 <i>p</i> : 152. 11. 39. 3                       |
| 6 <i>p</i> : 11. 10. 28. 4                        | 30 <i>p</i> : 57. 4. 22. 2                        | 90 <i>p</i> : 171. 13. 6. 7                        |

**U<sup>2</sup> Licorne 313** *m* I oj 12<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> VII ij 10<sup>h</sup> 11<sup>m</sup>

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 <i>p</i> : oj 21 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 5 | 2 <i>p</i> : ij 19 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 9 | 3 <i>p</i> : 2j 16 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 4 |
|---|--|---|

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4p: 3j 14 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 8 | 10p: 8j 23 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 6 | 70p: 62j 17 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 2 |
| 5p: 4. 11. 32, 3                        | 20p: 17. 22. 9. 2                        | 80p: 71. 16. 36, 8                         |
| 6p: 5. 9. 2. 8                          | 30p: 26. 21. 13. 8                       | 90p: 80. 15. 41, 4                         |
| 7p: 6. 6. 33. 2                         | 40p: 35. 20. 18. 4                       | 100p: 89. 14. 46, 0                        |
| 8p: 7. 4. 3. 7                          | 50p: 44. 19. 23. 0                       | 150p: 134. 10. 9. 0                        |
| 9p: 8. 1. 34. 1                         | 60p: 53. 18. 27. 6                       | 200p: 179. 5. 32, 0                        |

R **Grand Chien** 337 m 1 14<sup>h</sup> 59<sup>m</sup> VII 0j 21<sup>h</sup> 46<sup>m</sup>

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1p: 1j 3 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 8 | 8p: 9j 2 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup> 1 | 60p: 68j 3 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 0 |
| 2p: 2. 6. 31. 5                         | 9p: 10. 5. 21. 9                       | 70p: 79. 12. 23, 7                        |
| 3p: 3. 9. 47. 3                         | 10p: 11. 8. 37, 7                      | 80p: 90. 21. 1. 3                         |
| 4p: 4. 13. 3. 1                         | 20p: 22. 17. 15. 5                     | 90p: 102. 5. 39, 0                        |
| 5p: 5. 16. 18. 8                        | 30p: 34. 1. 53. 0                      | 100p: 113. 14. 10, 7                      |
| 6p: 6. 19. 34. 6                        | 40p: 45. 10. 30. 7                     | 120p: 136. 7. 32, 0                       |
| 7p: 7. 22. 50. 4                        | 50p: 56. 19. 8. 3                      | 150p: 170. 9. 25, 0                       |

Y<sup>2</sup> **Gémeaux** 344 m 1 4j 3<sup>h</sup> VII 9j 3<sup>h</sup>

|                         |                          |                          |                           |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1p: 9j 7 <sup>h</sup> 2 | 4p: 37j 4 <sup>h</sup> 8 | 7p: 65j 2 <sup>h</sup> 4 | 10p: 93j 0 <sup>h</sup> 0 |
| 2p: 18. 14. 4           | 5p: 46. 12. 0            | 8p: 74. 9. 6             | 13p: 120. 21. 6           |
| 3p: 27. 21. 6           | 6p: 55. 19. 2            | 9p: 83. 16. 8            | 16p: 148. 19. 2           |

Y **Girafe** 350 m 1 1j 15<sup>h</sup> 16<sup>m</sup> VII 2j 10<sup>h</sup> 28<sup>m</sup>

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1p: 3j 7 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 9 | 5p: 16j 12 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 3 | 9p: 29j 17 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 8 |
| 2p: 6. 14. 39. 7                        | 6p: 19. 19. 59. 2                         | 10p: 33. 1. 18. 6                         |
| 3p: 9. 21. 59. 6                        | 7p: 23. 3. 19. 0                          | 30p: 99. 3. 55. 9                         |
| 4p: 13. 5. 19. 5                        | 8p: 26. 10. 38. 9                         | 50p: 165. 6. 33. 2                        |

R<sup>2</sup> **Poupe** 362 m 1 2j 15<sup>h</sup> VII 1j 15<sup>h</sup>

|                          |                           |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1p: 6j 10 <sup>h</sup> 3 | 4p: 25j 17 <sup>h</sup> 3 | 7p: 45j 0 <sup>h</sup> 2 | 10p: 64j 7 <sup>h</sup> 2 |
| 2p: 12. 20. 6            | 5p: 32. 3. 6              | 8p: 51. 10. 6            | 20p: 128. 14. 4           |
| 3p: 19. 7. 0             | 6p: 38. 13. 9             | 9p: 57. 20. 9            | 30p: 192. 21. 6           |

V **Poupe** 366 m 1 1j 21<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> VII 1j 16<sup>h</sup> 17<sup>m</sup>

|  |  |   |
|--|--|---|
| 1p: 1j 16 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 4 | 7p: 10j 4 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 1 | 40p: 58j 4 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 8 |
| 2p: 2. 21. 48. 9                         | 8p: 11. 15. 15. 6                        | 50p: 72. 17. 22. 3                        |
| 3p: 4. 8. 43. 3                          | 9p: 13. 2. 10. 0                         | 60p: 87. 6. 26. 7                         |
| 4p: 5. 19. 37. 8                         | 10p: 14. 13. 4. 5                        | 70p: 101. 19. 31. 2                       |
| 5p: 7. 6. 32. 2                          | 20p: 29. 2. 8. 9                         | 80p: 116. 8. 35. 6                        |
| 6p: 8. 17. 26. 7                         | 30p: 43. 15. 13. 4                       | 100p: 145. 10. 44. 5                      |

S *Écrevisse* 392 *m* I 8j 9<sup>h</sup> 23<sup>m</sup>VII 7j 14<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>

1 *p*: 9j 11<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> 8  
 2 *p*: 18. 23. 15. 5  
 3 *p*: 28. 10. 53. 3  
 4 *p*: 37. 22. 31. 0

5 *p*: 47j 10<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 8  
 6 *p*: 56. 21. 46. 5  
 7 *p*: 66. 9. 24. 3  
 8 *p*: 75. 21. 2. 0

9 *p*: 85j 8<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> 8  
 10 *p*: 94. 20. 17. 5  
 15 *p*: 142. 6. 26. 3  
 20 *p*: 189. 16. 35. 0

S *Machine Pn.* 414 *m* I 0j 12<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>VII 0j 17<sup>h</sup> 18<sup>m</sup>

1 *p*: 0j 7<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> 8  
 2 *p*: 0. 15. 33. 6  
 3 *p*: 0. 23. 20. 4  
 4 *p*: 1. 7. 7. 2  
 5 *p*: 1. 14. 54. 0  
 6 *p*: 1. 22. 40. 8  
 7 *p*: 2. 6. 27. 6  
 8 *p*: 2. 14. 14. 4

9 *p*: 2j 22<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> 2  
 10 *p*: 3. 5. 48. 0  
 20 *p*: 6. 11. 36. 1  
 30 *p*: 9. 17. 24. 1  
 40 *p*: 12. 23. 12. 2  
 50 *p*: 16. 5. 0. 2  
 60 *p*: 19. 10. 48. 2  
 70 *p*: 22. 16. 36. 3

80 *p*: 25j 22<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> 3  
 90 *p*: 29. 4. 12. 3  
 100 *p*: 32. 10. 0. 4  
 150 *p*: 48. 15. 0. 6  
 200 *p*: 64. 20. 0. 8  
 300 *p*: 97. 6. 1. 2  
 400 *p*: 129. 16. 1. 6  
 500 *p*: 162. 2. 1. 9

S *Voiles* 416 *m* I 4j 18<sup>h</sup>VII 1j 18<sup>h</sup>

1 *p*: 5j 22<sup>h</sup> 4  
 2 *p*: 11. 20. 8  
 3 *p*: 17. 19. 2

4 *p*: 23j 17<sup>h</sup> 6  
 5 *p*: 29. 16. 0  
 6 *p*: 35. 14. 4

7 *p*: 41j 12<sup>h</sup> 8  
 8 *p*: 47. 11. 2  
 9 *p*: 53. 9. 7

10 *p*: 59j 8<sup>h</sup> 1  
 20 *p*: 118. 16. 1  
 30 *p*: 178. 0. 2

Y *Lion* 422 *m* I 0j 2<sup>h</sup> 11<sup>m</sup>VII 1j 4<sup>h</sup> 54<sup>m</sup>

1 *p*: 1j 16<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> 2  
 2 *p*: 3. 8. 56. 4  
 3 *p*: 5. 1. 24. 5  
 4 *p*: 6. 17. 52. 7  
 5 *p*: 8. 10. 20. 9  
 6 *p*: 10. 2. 49. 1  
 7 *p*: 11. 19. 17. 3

8 *p*: 13j 11<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> 5  
 9 *p*: 15. 4. 13. 6  
 10 *p*: 16. 20. 41. 8  
 20 *p*: 33. 17. 23. 6  
 30 *p*: 50. 14. 5. 4  
 40 *p*: 67. 10. 47. 3  
 50 *p*: 84. 7. 29. 1

60 *p*: 101j 4<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> 9  
 70 *p*: 118. 0. 52. 7  
 80 *p*: 134. 21. 34. 5  
 90 *p*: 151. 18. 16. 3  
 100 *p*: 168. 14. 58. 1  
 110 *p*: 185. 11. 39. 9

W *Gr. Ourse* 425 *m* I 0j 12<sup>h</sup> 48<sup>m</sup>VII 0j 12<sup>h</sup> 47<sup>m</sup>

1 *p*: 0j 4<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> 2  
 2 *p*: 0. 8. 0. 4  
 3 *p*: 0. 12. 0. 7  
 4 *p*: 0. 16. 0. 9  
 5 *p*: 0. 20. 1. 1  
 6 *p*: 1. 0. 1. 3

7 *p*: 1j 4<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> 5  
 8 *p*: 1. 8. 1. 8  
 9 *p*: 1. 12. 2. 0  
 10 *p*: 1. 16. 2. 2  
 20 *p*: 3. 8. 4. 4  
 30 *p*: 5. 0. 6. 6

40 *p*: 6j 16<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 8  
 50 *p*: 8. 8. 11. 0  
 60 *p*: 10. 0. 13. 2  
 70 *p*: 11. 16. 15. 4  
 80 *p*: 13. 8. 17. 6  
 90 *p*: 15. 0. 19. 8

100p: 16j 16<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> 500p: 83j 9<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> 3 900p: 150j 3<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> 5  
 200p: 33. 8. 44, 1 600p: 100. 2. 12, 3 1000p: 166. 19. 40, 5  
 300p: 50. 1. 6, 2 700p: 116. 18. 34, 4 1100p: 183. 12. 2, 6  
 400p: 66. 17. 28, 2 800p: 133. 10. 56, 4

S<sup>3</sup> Carène 451 m I 0j 14<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>

VII 0j 20<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>

|  |  |   |
|--|--|---|
| 1p: 0j 21 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 4 | 8p: 7j 5 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 0 | 60p: 54j 2 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 7 |
| 2p: 1. 19. 16, 8                         | 9p: 8. 2. 45, 4                        | 70p: 63. 2. 46, 5                         |
| 3p: 2. 16. 55, 1                         | 10p: 9. 0. 23, 8                       | 80p: 72. 3. 10, 3                         |
| 4p: 3. 14. 33, 5                         | 20p: 18. 0. 47, 6                      | 90p: 81. 3. 34, 1                         |
| 5p: 4. 12. 11, 9                         | 30p: 27. 1. 11, 4                      | 100p: 90. 3. 57, 9                        |
| 6p: 5. 9. 50, 3                          | 40p: 36. 1. 35, 2                      | 150p: 135. 5. 56, 8                       |
| 7p: 6. 7. 28, 7                          | 50p: 45. 1. 58, 9                      | 200p: 180. 7. 55, 8                       |

R<sup>2</sup> Voiles 454 m I 1j 1<sup>h</sup>

VII 1j 18<sup>h</sup>

|                          |                          |                            |                            |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1p: 1j 20 <sup>h</sup> 5 | 6p: 11j 3 <sup>h</sup> 0 | 15p: 27j 19 <sup>h</sup> 5 | 50p: 92j 17 <sup>h</sup> 0 |
| 2p: 3. 17, 0             | 7p: 12. 23, 5            | 20p: 37. 2, 0              | 60p: 111. 6, 0             |
| 3p: 5. 13, 5             | 8p: 14. 20, 0            | 25p: 46. 8, 5              | 70p: 129. 19, 0            |
| 4p: 7. 10, 0             | 9p: 16. 16, 5            | 30p: 55. 15, 0             | 80p: 148. 8, 1             |
| 5p: 9. 6, 5              | 10p: 18. 13, 0           | 40p: 74. 4, 0              | 90p: 166. 21, 1            |

R<sup>3</sup> Carène 490 m I 1j 3<sup>h</sup>

VII 1j 16<sup>h</sup>

|                         |                           |                           |                            |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1p: 3j 7 <sup>h</sup> 2 | 5p: 16j 12 <sup>h</sup> 1 | 9p: 29j 17 <sup>h</sup> 0 | 25p: 82j 12 <sup>h</sup> 4 |
| 2p: 6. 14, 4            | 6p: 19. 19, 3             | 10p: 33. 0, 2             | 30p: 99. 0, 5              |
| 3p: 9. 21, 7            | 7p: 23. 2, 5              | 15p: 49. 12, 3            | 40p: 132. 0, 7             |
| 4p: 13. 4, 9            | 8p: 26. 9, 7              | 20p: 66. 0, 3             | 50p: 165. 0, 8             |

T<sup>3</sup> Centaure 499 m I 1j 22<sup>h</sup>

VII 2j 23<sup>h</sup>

|                         |                           |                           |                            |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1p: 5j 8 <sup>h</sup> 5 | 4p: 21j 10 <sup>h</sup> 0 | 7p: 37j 11 <sup>h</sup> 5 | 10p: 53j 13 <sup>h</sup> 1 |
| 2p: 10. 17, 0           | 5p: 26. 18, 5             | 8p: 42. 20, 0             | 20p: 107. 2, 1             |
| 3p: 16. 1, 5            | 6p: 32. 3, 0              | 9p: 48. 4, 6              | 30p: 160. 15, 2            |

W<sup>2</sup> Gr. Ourse 509 m I 0j 21<sup>h</sup>

VII 3j 3<sup>h</sup>

|                         |                          |                          |                           |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1p: 7j 7 <sup>h</sup> 9 | 4p: 29j 7 <sup>h</sup> 7 | 7p: 51j 7 <sup>h</sup> 4 | 10p: 73j 7 <sup>h</sup> 2 |
| 2p: 14. 15, 8           | 5p: 36. 15, 6            | 8p: 58. 15, 4            | 15p: 109. 22, 8           |
| 3p: 21. 23, 8           | 6p: 43. 23, 5            | 9p: 65. 23, 3            | 20p: 146. 14, 4           |

Z Dragon 513 m I oj 19<sup>h</sup> 59<sup>m</sup>VII ij 17<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>1p: 1j 8<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 77p: 9j 12<sup>h</sup> 2<sup>m</sup> 770p: 95j 0<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> 3

2p: 2. 17. 9, 4

8p: 10. 20. 37, 4

80p: 108. 14. 14, 1

3p: 4. 1. 44, 0

9p: 12. 5. 12, 1

90p: 122. 4. 0, 9

4p: 5. 10. 18, 7

10p: 13. 13. 46, 8

100p: 135. 17. 47, 6

5p: 6. 18. 53, 4

30p: 40. 17. 20, 3

110p: 149. 7. 31, 4

6p: 8. 3. 28, 1

50p: 67. 20. 53, 8

120p: 162. 21. 21, 1

U<sup>3</sup> Centaure 517 m I ij 23<sup>h</sup> 8<sup>m</sup>VII 2j 0<sup>h</sup> 45<sup>m</sup>1p: 1j 15<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 17p: 11j 15<sup>h</sup> 4<sup>m</sup> 660p: 99j 16<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> 1

2p: 3. 7. 44, 2

8p: 13. 6. 56, 7

70p: 116. 6. 45, 9

3p: 4. 23. 36, 3

9p: 14. 22. 48, 8

80p: 132. 21. 26, 8

4p: 6. 15. 28, 3

10p: 16. 14. 40, 8

90p: 149. 12. 7, 6

5p: 8. 7. 20, 4

30p: 49. 20. 2, 5

100p: 166. 2. 48, 5

6p: 9. 23. 12, 5

50p: 83. 1. 21, 2

110p: 182. 17. 29, 3

Z<sup>2</sup> Centaure 576 m I ij 0<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>VII ij 1<sup>h</sup> 28<sup>m</sup>1p: oj 22<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> 78p: 7j 12<sup>h</sup> 5<sup>m</sup> 360p: 56j 6<sup>h</sup> 39<sup>m</sup> 7

2p: 1. 21. 1, 3

9p: 8. 10. 36, 0

70p: 65. 15. 46, 4

3p: 2. 19. 32, 0

10p: 9. 9. 6, 6

80p: 75. 0. 23, 0

4p: 3. 18. 2, 6

20p: 18. 18. 13, 2

90p: 84. 9. 59, 6

5p: 4. 16. 33, 3

30p: 28. 3. 19, 9

100p: 93. 19. 6, 2

6p: 5. 15. 4, 0

40p: 37. 12. 26, 5

140p: 131. 7. 32, 7

7p: 6. 13. 34, 6

50p: 46. 21. 33, 1

180p: 168. 19. 59, 2

V<sup>3</sup> Centaure 537 m I oj 21<sup>h</sup>VII 2j 13<sup>h</sup>1p: 5j 5<sup>h</sup> 34p: 20j 21<sup>h</sup> 17p: 36j 12<sup>h</sup> 910p: 52j 4<sup>h</sup> 7

2p: 10. 10, 5

5p: 26. 2, 3

8p: 41. 18, 1

20p: 104. 9, 3

3p: 15. 15, 8

6p: 31. 7, 6

9p: 46. 23, 4

30p: 156. 14, 0

R<sup>3</sup> Centaure 587 m I ij 21<sup>h</sup>VII ij 19<sup>h</sup>1p: 2j 11<sup>h</sup> 55p: 12j 9<sup>h</sup> 49p: 22j 7<sup>h</sup> 440p: 99j 3<sup>h</sup> 6

2p: 4. 23, 0

6p: 14. 20, 9

10p: 24. 18, 9

50p: 123. 22, 5

3p: 7. 10, 5

7p: 17. 8, 4

20p: 49. 13, 8

60p: 148. 17, 3

4p: 9. 22, 0

8p: 19. 19, 9

30p: 74. 8, 7

70p: 173. 12, 2

X<sup>3</sup> **Centaure** 615 *m* I 3j 13<sup>h</sup> VII 1j 14<sup>h</sup>

|                                   |                                    |                                    |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 <i>p</i> : 6j 15 <sup>h</sup> 2 | 4 <i>p</i> : 26j 12 <sup>h</sup> 6 | 7 <i>p</i> : 46j 10 <sup>h</sup> 1 | 10 <i>p</i> : 66j 7 <sup>h</sup> 5 |
| 2 <i>p</i> : 13. 6, 3             | 5 <i>p</i> : 33. 3, 8              | 8 <i>p</i> : 53. 1, 2              | 20 <i>p</i> : 132. 15, 0           |
| 3 <i>p</i> : 19. 21, 5            | 6 <i>p</i> : 39. 18, 9             | 9 <i>p</i> : 59. 16, 4             | 25 <i>p</i> : 165. 18, 8           |

Y<sup>3</sup> **Centaure** 622 *m* I 2j 5<sup>h</sup> VII 1j 23<sup>h</sup>

|                                  |                                   |                                     |                                      |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 <i>p</i> : 2j 1 <sup>h</sup> 3 | 6 <i>p</i> : 12j 7 <sup>h</sup> 8 | 15 <i>p</i> : 30j 19 <sup>h</sup> 4 | 50 <i>p</i> : 102j 16 <sup>h</sup> 8 |
| 2 <i>p</i> : 4. 2, 6             | 7 <i>p</i> : 14. 9, 1             | 20 <i>p</i> : 41. 1, 9              | 60 <i>p</i> : 123. 5, 7              |
| 3 <i>p</i> : 6. 3, 9             | 8 <i>p</i> : 16. 10, 4            | 25 <i>p</i> : 51. 8, 4              | 70 <i>p</i> : 143. 18, 7             |
| 4 <i>p</i> : 8. 5, 2             | 9 <i>p</i> : 18. 11, 7            | 30 <i>p</i> : 61. 14, 9             | 80 <i>p</i> : 164. 7, 6              |
| 5 <i>p</i> : 10. 6, 5            | 10 <i>p</i> : 20. 13, 0           | 40 <i>p</i> : 82. 3, 8              | 90 <i>p</i> : 184. 20, 6             |

δ **Balance** 677 *m* I 0j 22<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> VII 1j 11<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>

|  |   |   |
|--|---|---|
| 1 <i>p</i> : 2j 7 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 4 | 7 <i>p</i> : 16j 6 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> 7 | 30 <i>p</i> : 69j 19 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 4 |
| 2 <i>p</i> : 4. 15. 42, 8                        | 8 <i>p</i> : 18. 14. 51, 0                        | 40 <i>p</i> : 93. 2. 15, 2                          |
| 3 <i>p</i> : 6. 23. 34, 1                        | 9 <i>p</i> : 20. 22. 42, 4                        | 50 <i>p</i> : 116. 8. 49, 0                         |
| 4 <i>p</i> : 9. 7. 25, 5                         | 10 <i>p</i> : 23. 6. 33, 8                        | 60 <i>p</i> : 139. 15. 22, 8                        |
| 5 <i>p</i> : 11. 15. 16, 9                       | 15 <i>p</i> : 34. 21. 50, 7                       | 70 <i>p</i> : 162. 21. 56, 6                        |
| 6 <i>p</i> : 13. 23. 8, 3                        | 20 <i>p</i> : 46. 13. 7, 6                        | 80 <i>p</i> : 186. 4. 30, 4                         |

**Ophiuchus** 756<sup>a</sup> *m* I 1j 3<sup>h</sup> VII 1j 3<sup>h</sup>

|                                   |                                   |                                   |                                     |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1 <i>p</i> : 2j 10 <sup>h</sup> 7 | 5 <i>p</i> : 12j 5 <sup>h</sup> 5 | 9 <i>p</i> : 22j 0 <sup>h</sup> 3 | 40 <i>p</i> : 97j 19 <sup>h</sup> 9 |
| 2 <i>p</i> : 4. 21, 4             | 6 <i>p</i> : 14. 16, 2            | 10 <i>p</i> : 24. 11, 0           | 50 <i>p</i> : 122. 6, 9             |
| 3 <i>p</i> : 7. 8, 1              | 7 <i>p</i> : 17. 2, 9             | 20 <i>p</i> : 48. 22, 0           | 60 <i>p</i> : 146. 17, 9            |
| 4 <i>p</i> : 9. 18, 8             | 8 <i>p</i> : 19. 13, 6            | 30 <i>p</i> : 73. 9, 0            | 70 <i>p</i> : 171. 4, 9             |

U **Couronne** 689 *m* I 2j 19<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> VII 1j 7<sup>h</sup> 54<sup>m</sup>

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 <i>p</i> : 3j 10 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 3 | 6 <i>p</i> : 20j 17 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 6 | 15 <i>p</i> : 51j 18 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 0 |
| 2 <i>p</i> : 6. 21. 42, 5                         | 7 <i>p</i> : 24. 3. 58, 9                         | 20 <i>p</i> : 69. 1. 5, 3                           |
| 3 <i>p</i> : 10. 8. 33, 8                         | 8 <i>p</i> : 27. 14. 50, 2                        | 30 <i>p</i> : 103. 13. 38, 0                        |
| 4 <i>p</i> : 13. 19. 25, 1                        | 9 <i>p</i> : 31. 1. 41, 4                         | 40 <i>p</i> : 138. 2. 10, 6                         |
| 5 <i>p</i> : 17. 6. 16, 3                         | 10 <i>p</i> : 34. 12. 32, 7                       | 50 <i>p</i> : 172. 14. 43, 3                        |

**Ophiuchus** 759<sup>a</sup> *m* I 2j 6<sup>h</sup> VII 0j 18<sup>h</sup>

|                                  |                                  |                                   |                                    |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1 <i>p</i> : 2j 1 <sup>h</sup> 5 | 3 <i>p</i> : 6j 4 <sup>h</sup> 6 | 5 <i>p</i> : 10j 7 <sup>h</sup> 6 | 7 <i>p</i> : 14j 10 <sup>h</sup> 6 |
| 2 <i>p</i> : 4. 3, 0             | 4 <i>p</i> : 8. 6, 1             | 6 <i>p</i> : 12. 9, 1             | 8 <i>p</i> : 16. 12, 2             |

9p: 18j 13<sup>h</sup> 7 20p: 41j 6<sup>h</sup> 4 40p: 82j 12<sup>h</sup> 8 70p: 144j 10<sup>h</sup> 3  
 10p: 20.15.2 25p: 51.14.0 50p: 103. 4.0 80p: 165. 1.5  
 15p: 30.22.8 30p: 61.21.6 60p: 123.19.2 90p: 185.16.7

**R Autel 781** m I 4j 13<sup>h</sup> VII 6j 13<sup>h</sup>

1p: 4j 10<sup>h</sup> 2 5p: 22j 3<sup>h</sup> 0 9p: 39j 19<sup>h</sup> 8 25p: 110j 15<sup>h</sup> 1  
 2p: 8.20.4 6p: 26.13.2 10p: 44. 6.0 30p: 132.18.1  
 3p: 13. 6.6 7p: 30.23.4 15p: 66. 9.0 35p: 154.21.1  
 4p: 17.16.8 8p: 35. 9.6 20p: 88.12.0 40p: 177. 0.1

**U Ophiuchus 825** m I 6j 23<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> VII 1j 3<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>

1p: 6j 20<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> 8p: 6j 17<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> 6 60p: 50j 7<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> 0  
 2p: 1.16.15.4 9p: 7.13. 9.3 70p: 58.16.59.0  
 3p: 2.12.23.1 10p: 8. 9.17.0 80p: 67. 2.16.0  
 4p: 3. 8.30.8 20p: 16.18.34.0 90p: 75.11.33.0  
 5p: 4. 4.38.5 30p: 25. 3.51.0 100p: 83.20.50.0  
 6p: 5. 0.46.2 40p: 33.13. 8.0 150p: 125.19.15.0  
 7p: 5.20.53.9 50p: 41.22.25.0 200p: 167.17.40.0

**V<sup>2</sup> Ophiuchus 834** m I 1j 18<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> VII 1j 10<sup>h</sup> 31<sup>m</sup>

1p: 3j 16<sup>h</sup> 29<sup>m</sup> 6 6p: 22j 2<sup>h</sup> 57<sup>m</sup> 4 15p: 55j 7<sup>h</sup> 23<sup>m</sup> 5  
 2p: 7. 8.59.1 7p: 25.19.27.0 20p: 73.17.51.4  
 3p: 11. 1.28.7 8p: 29.11.56.5 25p: 92. 4.19.2  
 4p: 14.17.58.3 9p: 33. 4.26.1 30p: 110.14.47.0  
 5p: 18.10.27.8 10p: 36.20.55.7 40p: 147.11.42.7

**Z Hercule 861** m I 1 6j 17<sup>h</sup> 42<sup>m</sup> VII 3j 9<sup>h</sup> 42<sup>m</sup>  
 m 2 2.16. 4 1.8.14

1p: 3j 23<sup>h</sup> 49<sup>m</sup> 6 5p: 19j 23<sup>h</sup> 7<sup>m</sup> 8 9p: 35j 22<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> 0  
 2p: 7.23.39.1 6p: 23.22.57.4 10p: 39.22.15.6  
 3p: 11.23.28.7 7p: 27.22.46.9 20p: 79.20.31.2  
 4p: 15.23.18.2 8p: 31.22.36.5 40p: 159.17. 2.4

**S<sup>2</sup> Sagittaire 883** m I 1j 17<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> VII 1j 21<sup>h</sup> 29<sup>m</sup>

1p: 2j 9<sup>h</sup> 58<sup>m</sup> 6 4p: 9j 15<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> 4 7p: 16j 21<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> 3  
 2p: 4.19.57.2 5p: 12. 1.53.1 8p: 19. 7.48.9  
 3p: 7. 5.55.8 6p: 14.11.51.7 9p: 21.17.47.5

|   |  |   |
|---|--|---|
| 10p: 24 <sup>j</sup> 3 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 1 | 30p: 72 <sup>j</sup> 11 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 4 | 60p: 144 <sup>j</sup> 22 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 7 |
| 15p: 36.5.39,2  | 40p: 96.15.4,5   | 70p: 169. 2.22,8  |
| 20p: 48.7.32,2  | 50p: 120.18.50,6                                       | 80p: 193. 6. 8,9  |

V **Serpent** 884 m I 2<sup>j</sup> 20<sup>h</sup> 54<sup>m</sup>VII 1<sup>j</sup> 10<sup>h</sup> 51<sup>m</sup>

|  |   |  |
|--|---|--|
| 1p: 3 <sup>j</sup> 10 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 0 | 6p: 20 <sup>j</sup> 17 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 1 | 15p: 51 <sup>j</sup> 19 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 2 |
| 2p: 6.21.46,0  | 7p: 24. 4.11,1  | 20p: 69. 1.40,2  |
| 3p: 10. 8.39,0                                       | 8p: 27.15. 4,1  | 30p: 103.14.30,3                                       |
| 4p: 13.19.32,0                                       | 9p: 31. 1.57,1  | 40p: 138. 3.20,5                                       |
| 5p: 17. 6.25,1                                       | 10p: 34.12.50,1                                       | 50p: 172.16.10,6                                       |

Z<sup>2</sup> **Dragon** 898 m I 1<sup>j</sup> 1<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>VII 0<sup>j</sup> 17<sup>h</sup> 41<sup>m</sup>

|  |   |   |
|--|---|---|
| 1p: 0 <sup>j</sup> 13 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 3 | 8p: 4 <sup>j</sup> 9 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 1 | 60p: 33 <sup>j</sup> 1 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 0 |
| 2p: 1. 2.26,5  | 9p: 4.22.59,4                                       | 70p: 38.13.28,7                                       |
| 3p: 1.15.39,8  | 10p: 5.12.12,7                                      | 80p: 44. 1.41,3                                       |
| 4p: 2. 4.53,1  | 20p: 11. 0.25,3                                     | 90p: 49.13.54,0                                       |
| 5p: 2.18. 6,3  | 30p: 16.12.38,0                                     | 100p: 55. 2. 6,7                                      |
| 6p: 3. 7.19,6  | 40p: 22. 0.50,7                                     | 200p: 110. 4.13,3                                     |
| 7p: 3.20.32,9  | 50p: 27.13. 3,3                                     | 300p: 165. 6.20,0                                     |

X<sup>2</sup> **Hercule** 906 m I 0<sup>j</sup> 21<sup>h</sup> 8<sup>m</sup>VII 1<sup>j</sup> 7<sup>h</sup> 5<sup>m</sup>

|  |   |   |
|--|---|---|
| 1p: 0 <sup>j</sup> 21 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 6 | 8p: 7 <sup>j</sup> 2 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 6 | 60p: 53 <sup>j</sup> 8 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 5 |
| 2p: 1.18.41,2  | 9p: 8. 0. 5,2                                       | 70p: 62. 6. 0,3                                       |
| 3p: 2.16. 1,7  | 10p: 8.21.25,8                                      | 80p: 71. 3.26,0                                       |
| 4p: 3.13.22,3  | 20p: 17.18.51,5                                     | 90p: 80. 0.51,8                                       |
| 5p: 4.10.42,9  | 30p: 26.16.17,3                                     | 100p: 88.22.17,5                                      |
| 6p: 5. 8. 3,5  | 40p: 35.13.43,0                                     | 150p: 133. 9.26,3                                     |
| 7p: 6. 5.24,0  | 50p: 44.11. 8,8                                     | 200p: 177.20.35,0                                     |

W<sup>3</sup> **Sagittaire** 920 m I 1<sup>j</sup> 17<sup>h</sup> 4<sup>m</sup>VII 1<sup>j</sup> 9<sup>h</sup> 43<sup>m</sup>

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1p: 2 <sup>j</sup> 1 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 8 | 7p: 14 <sup>j</sup> 12 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 6 | 30p: 62 <sup>j</sup> 7 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 8 |
| 2p: 4. 3.41,6                                       | 8p: 16.14.46,3  | 40p: 83. 1.51,7                                       |
| 3p: 6. 5.32,4                                       | 9p: 18.16.37,1  | 50p: 103.20.19,7                                      |
| 4p: 8. 7.23,2                                       | 10p: 20.18.27,9                                       | 60p: 124.14.47,6                                      |
| 5p: 10. 9.14,0                                      | 15p: 31. 3.41,9                                       | 70p: 145. 9.15,6                                      |
| 6p: 12.11. 4,8                                      | 20p: 41.12.55,9                                       | 80p: 166. 3.43,5                                      |



R<sup>2</sup> **Dragon** 924 *m* I 0j 0<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>VII 0j 5<sup>h</sup> 22<sup>m</sup>1 *p*: 2j 19<sup>h</sup> 56<sup>m</sup>, 76 *p*: 16j 23<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> 320 *p*: 56j 14<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> 42 *p*: 5. 15. 53, 47 *p*: 19. 19. 37, 030 *p*: 84. 22. 21, 63 *p*: 8. 11. 50, 28 *p*: 22. 15. 33, 840 *p*: 113. 5. 48, 84 *p*: 11. 7. 46, 99 *p*: 25. 11. 30, 550 *p*: 141. 13. 16, 05 *p*: 14. 3. 43, 610 *p*: 28. 7. 27, 260 *p*: 169. 20. 43, 2Z<sup>2</sup> **Ophiuchus** 925 *m*. août 6j 19<sup>h</sup> *p* = 26j 16<sup>h</sup> 8U **Écu** 936 *m* I 1j 1<sup>h</sup> 51<sup>m</sup>VII 1j 12<sup>h</sup> 33<sup>m</sup>1 *p*: 0j 22<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> 27 *p*: 6j 16<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 240 *p*: 38j 4<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> 72 *p*: 1. 21. 50, 38 *p*: 7. 15. 21, 350 *p*: 47. 17. 58, 33 *p*: 2. 20. 45, 59 *p*: 8. 14. 16, 560 *p*: 57. 7. 10, 04 *p*: 3. 19. 40, 710 *p*: 9. 13. 11, 770 *p*: 66. 20. 21, 75 *p*: 4. 18. 35, 820 *p*: 19. 2. 23, 380 *p*: 76. 9. 33, 56 *p*: 5. 17. 31, 030 *p*: 28. 15. 35, 0100 *p*: 95. 11. 56, 7X<sup>2</sup> **Dragon** 958 *m* I 1j 9<sup>h</sup> 34<sup>m</sup>VII 2j 5<sup>h</sup> 20<sup>m</sup>1 *p*: 1j 21<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> 47 *p*: 13j 6<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> 540 *p*: 75j 18<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> 42 *p*: 3. 18. 54, 78 *p*: 15. 3. 38, 950 *p*: 94. 16. 48, 03 *p*: 5. 16. 22, 19 *p*: 17. 1. 6, 260 *p*: 113. 15. 21, 64 *p*: 7. 13. 49, 410 *p*: 18. 22. 33, 670 *p*: 132. 13. 55, 25 *p*: 9. 11. 16, 820 *p*: 37. 21. 7, 280 *p*: 151. 12. 28, 86 *p*: 11. 8. 44, 230 *p*: 56. 19. 40, 890 *p*: 170. 11. 2, 4V<sup>2</sup> **Lyre** 991 *m* I 2j 16<sup>h</sup> 6<sup>m</sup>VII 1j 14<sup>h</sup> 55<sup>m</sup>1 *p*: 3j 14<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> 66 *p*: 21j 14<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> 515 *p*: 53j 23<sup>h</sup> 38<sup>m</sup> 72 *p*: 7. 4. 45, 27 *p*: 25. 4. 38, 020 *p*: 71. 23. 31, 63 *p*: 10. 19. 7, 78 *p*: 28. 19. 0, 630 *p*: 107. 23. 17, 34 *p*: 14. 9. 30, 39 *p*: 32. 9. 23, 240 *p*: 143. 23. 3, 15 *p*: 17. 23. 52, 910 *p*: 35. 23. 45, 850 *p*: 179. 22. 48, 9U **Flèche** 997 *m* I 3j 20<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>VII 2j 0<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>1 *p*: 3j 9<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 16 *p*: 20j 6<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 415 *p*: 50j 17<sup>h</sup> 1<sup>m</sup> 12 *p*: 6. 18. 16, 17 *p*: 23. 15. 56, 520 *p*: 67. 14. 41, 43 *p*: 10. 3. 24, 28 *p*: 27. 1. 4, 630 *p*: 101. 10. 2, 14 *p*: 13. 12. 32, 39 *p*: 30. 10. 12, 640 *p*: 135. 5. 22, 85 *p*: 16. 21. 40, 410 *p*: 33. 19. 20, 750 *p*: 169. 0. 43, 5

X<sup>3</sup> Cygne 1040 m I 2j 21<sup>h</sup> VII 2j 1<sup>h</sup>

|                         |                          |                          |                           |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1p: 6j 0 <sup>h</sup> 1 | 4p: 24j 0 <sup>h</sup> 6 | 7p: 42j 1 <sup>h</sup> 0 | 10p: 60j 1 <sup>h</sup> 4 |
| 2p: 12. 0. 3            | 5p: 30. 0. 7             | 8p: 48. 1. 1             | 20p: 120. 2. 8            |
| 3p: 18. 0. 4            | 6p: 36. 0. 8             | 9p: 54. 1. 3             | 30p: 180. 4. 2            |

Z<sup>5</sup> Cygne 1088 m I 1j 20<sup>h</sup> VII 3j 7<sup>h</sup>

|                         |                           |                           |                            |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1p: 3j 7 <sup>h</sup> 6 | 5p: 16j 14 <sup>h</sup> 1 | 9p: 29j 20 <sup>h</sup> 6 | 30p: 99j 12 <sup>h</sup> 7 |
| 2p: 6. 15. 2            | 6p: 19. 21. 7             | 10p: 33. 4. 2             | 40p: 132. 17. 0            |
| 3p: 9. 22. 9            | 7p: 23. 5. 4              | 15p: 49. 18. 4            | 50p: 165. 21. 2            |
| 4p: 13. 6. 5            | 8p: 26. 13. 0             | 20p: 66. 8. 5             | 55p: 182. 11. 3            |

V<sup>3</sup> Cygne 1097 m I 2j 12<sup>h</sup> VII 4j 10<sup>h</sup>

|                          |                           |                          |                            |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1p: 4j 13 <sup>h</sup> 7 | 5p: 22j 20 <sup>h</sup> 7 | 9p: 41j 3 <sup>h</sup> 7 | 25p: 114j 7 <sup>h</sup> 7 |
| 2p: 9. 3. 5              | 6p: 27. 10. 5             | 10p: 45. 17. 5           | 30p: 137. 4. 5             |
| 3p: 13. 17. 2            | 7p: 32. 0. 2              | 15p: 68. 14. 2           | 35p: 160. 1. 2             |
| 4p: 18. 7. 0             | 8p: 36. 14. 0             | 20p: 91. 11. 0           | 40p: 182. 22. 0            |

V<sup>5</sup> Cygne 1122 m I 3j 23<sup>h</sup> VII 8j 10<sup>h</sup>

|                          |                           |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1p: 8j 10 <sup>h</sup> 3 | 4p: 33j 17 <sup>h</sup> 3 | 7p: 59j 0 <sup>h</sup> 3 | 10p: 84j 7 <sup>h</sup> 3 |
| 2p: 16. 20. 7            | 5p: 42. 5. 7              | 8p: 67. 10. 7            | 15p: 126. 11. 0           |
| 3p: 25. 7. 0             | 6p: 50. 14. 0             | 9p: 75. 21. 0            | 20p: 168. 14. 7           |

Z<sup>1</sup> Cygne 1133 m I 0j 14<sup>h</sup> VII 2j 11<sup>h</sup>

|                          |                          |                          |                           |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1p: 3j 10 <sup>h</sup> 8 | 5p: 17j 6 <sup>h</sup> 1 | 9p: 31j 1 <sup>h</sup> 4 | 25p: 86j 6 <sup>h</sup> 5 |
| 2p: 6. 21. 6             | 6p: 20. 16. 9            | 10p: 34. 12. 2           | 30p: 103. 12. 5           |
| 3p: 10. 8. 5             | 7p: 24. 3. 7             | 15p: 51. 18. 3           | 40p: 138. 0. 7            |
| 4p: 13. 19. 3            | 8p: 27. 14. 5            | 20p: 69. 0. 4            | 50p: 172. 12. 9           |

Z<sup>6</sup> Cygne 1134 m I 1j 2<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> VII 0j 12<sup>h</sup> 47<sup>m</sup>

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1p: 0j 15 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup> 2 | 8p: 5j 0 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 6 | 60p: 37j 17 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup> 2 |
| 2p: 1. 6. 10. 4                         | 9p: 5. 15. 46. 8                        | 70p: 44. 0. 4. 2                           |
| 3p: 1. 21. 15. 6                        | 10p: 6. 6. 52. 0                        | 80p: 50. 6. 56. 3                          |
| 4p: 2. 12. 20. 8                        | 20p: 12. 13. 44. 1                      | 90p: 56. 13. 48. 3                         |
| 5p: 3. 3. 26. 0                         | 30p: 18. 20. 36. 1                      | 100p: 62. 20. 40. 3                        |
| 6p: 3. 18. 31. 2                        | 40p: 25. 3. 28. 1                       | 200p: 125. 17. 20. 7                       |
| 7p: 4. 9. 36. 4                         | 50p: 31. 10. 20. 2                      | 300p: 188. 14. 1. 0                        |

W Dauphin 1151 m I 2j 0<sup>h</sup> VII 3j 15<sup>h</sup>

|                          |                          |                           |                           |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1p: 4j 19 <sup>h</sup> 3 | 4p: 19j 5 <sup>h</sup> 4 | 7p: 33j 15 <sup>h</sup> 4 | 10p: 48j 1 <sup>h</sup> 5 |
| 2p: 9. 14. 7             | 5p: 24. 0. 7             | 8p: 38. 10. 8             | 20p: 96. 2. 9             |
| 3p: 14. 10. 0            | 6p: 28. 20. 1            | 9p: 43. 6. 1              | 30p: 144. 4. 4            |

R Dauphin 1160 m I 4j 1<sup>h</sup> VII 2j 10<sup>h</sup>

|                         |                          |                          |                            |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1p: 4j 1 <sup>h</sup> 4 | 4p: 18j 9 <sup>h</sup> 5 | 7p: 32j 4 <sup>h</sup> 7 | 10p: 45j 23 <sup>h</sup> 8 |
| 2p: 9. 4. 8             | 5p: 22. 23. 9            | 8p: 36. 19. 1            | 20p: 91. 23. 6             |
| 3p: 13. 19. 1           | 6p: 27. 14. 3            | 9p: 41. 9. 4             | 30p: 137. 23. 5            |

Y Cygne 1178 m 1 I 1j 12<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> VII 3j 7<sup>h</sup> 3<sup>m</sup>  
m 2 3. 6. 10 2. 1. 20

|  |   |  |
|--|---|--|
| 1p: 2j 23 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 7 | 6p: 17j 23 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> 3 | 20p: 59j 22 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 4 |
| 2p: 5. 23. 49. 4                         | 7p: 20. 23. 23. 1                         | 30p: 89. 21. 21. 7                         |
| 3p: 8. 23. 44. 2                         | 8p: 23. 23. 17. 8                         | 40p: 119. 20. 28. 9                        |
| 4p: 11. 23. 38. 9                        | 9p: 26. 23. 12. 5                         | 50p: 149. 19. 36. 1                        |
| 5p: 14. 23. 33. 6                        | 10p: 29. 23. 7. 2                         | 60p: 179. 18. 43. 3                        |

T<sup>6</sup> Cygne 1181 m I 0j 22<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> VII 0j 13<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>

|   |  |  |
|---|--|--|
| 1p: 0j 14 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 6 | 8p: 4j 16 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 0 | 60p: 35j 1 <sup>h</sup> 3 <sup>m</sup> 7 |
| 2p: 1. 4. 3. 3                          | 9p: 5. 6. 14. 7                          | 70p: 40. 21. 54. 0                       |
| 3p: 1. 18. 4. 9                         | 10p: 5. 20. 16. 3                        | 80p: 46. 18. 10. 3                       |
| 4p: 2. 8. 6. 5                          | 20p: 11. 16. 32. 6                       | 90p: 52. 14. 26. 5                       |
| 5p: 2. 22. 8. 1                         | 30p: 17. 12. 48. 8                       | 100p: 58. 10. 42. 8                      |
| 6p: 3. 12. 9. 8                         | 40p: 23. 9. 5. 1                         | 200p: 116. 21. 25. 6                     |
| 7p: 4. 2. 11. 4                         | 50p: 29. 5. 21. 4                        | 300p: 175. 8. 8. 4                       |

Pet. Renard 1190 m I 4j 16<sup>h</sup> VII 0j 11<sup>h</sup>

|                         |                          |                          |                            |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1p: 5j 1 <sup>h</sup> 2 | 4p: 20j 4 <sup>h</sup> 8 | 7p: 35j 8 <sup>h</sup> 5 | 10p: 50j 12 <sup>h</sup> 1 |
| 2p: 10. 2. 4            | 5p: 25. 6. 1             | 8p: 40. 9. 7             | 20p: 101. 0. 2             |
| 3p: 15. 3. 6            | 6p: 30. 7. 3             | 9p: 45. 10. 9            | 30p: 151. 12. 4            |

U<sup>5</sup> Cygne 1206 m I 0j 19<sup>h</sup> 17<sup>m</sup> VII 1j 11<sup>h</sup> 32<sup>m</sup>

|  |  |   |
|--|--|---|
| 1p: 1j 11 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 0 | 4p: 5j 21 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 8 | 7p: 10j 8 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 7 |
| 2p: 2. 22. 53. 9                         | 5p: 7. 9. 14. 8                          | 8p: 11. 19. 35. 6                       |
| 3p: 4. 10. 20. 9                         | 6p: 8. 20. 41. 7                         | 9p: 13. 7. 2. 6                         |

|  |  |   |
|--|--|---|
| 10p: 14 <sup>j</sup> 18 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 5 | 50p: 73 <sup>j</sup> 20 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 7 | 90p: 132 <sup>j</sup> 22 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 8 |
| 20p: 29. 12. 59, 1                                     | 60p: 88. 14. 57, 2                                     | 100p: 147. 16. 55, 3                                    |
| 30p: 44. 7. 28, 6                                      | 70p: 103. 9. 26, 7                                     | 110p: 162. 11. 24, 9                                    |
| 40p: 59. 1. 58, 1                                      | 80p: 118. 3. 56, 3                                     | 120p: 177. 5. 54, 4                                     |

**T<sup>5</sup> Cygne 1243** *m* 1 I 14<sup>j</sup> 18<sup>h</sup> VII 21<sup>j</sup> 14<sup>h</sup>  
*m* 2 30. 10 5. 22

|                                      |                                       |                                       |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1p: 31 <sup>j</sup> 7 <sup>h</sup> 3 | 2p: 62 <sup>j</sup> 14 <sup>h</sup> 6 | 3p: 93 <sup>j</sup> 21 <sup>h</sup> 9 | 4p: 125 <sup>j</sup> 5 <sup>h</sup> 2 |
| 5p: 156. 12. 5                       | 6p: 187. 19. 8                        |                                       |                                       |

**X Léopard 1289** *m* I 31<sup>j</sup> 9<sup>h</sup> VII 1<sup>j</sup> 22<sup>h</sup>

|                          |                                       |                                      |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1p: 51 10 <sup>h</sup> 6 | 4p: 21 <sup>j</sup> 18 <sup>h</sup> 2 | 7p: 38 <sup>j</sup> 1 <sup>h</sup> 9 | 10p: 54 <sup>j</sup> 9 <sup>h</sup> 6 |
| 2p: 10. 21, 1            | 5p: 27. 4, 8                          | 8p: 43. 12, 5                        | 20p: 108. 19, 2                       |
| 3p: 16. 7, 7             | 6p: 32. 15, 4                         | 9p: 48. 23, 0                        | 30p: 163. 4, 8                        |

**Z<sup>3</sup> Andromède 1305** *m* I 1<sup>j</sup> 3<sup>h</sup> VII 2<sup>j</sup> 14<sup>h</sup>

|                                      |                                       |                                       |   |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| 1p: 2 <sup>j</sup> 18 <sup>h</sup> 3 | 5p: 13 <sup>j</sup> 19 <sup>h</sup> 7 | 9p: 24 <sup>j</sup> 21 <sup>h</sup> 1 | 40p: 110 <sup>j</sup> 13 <sup>h</sup> 5 |
| 2p: 5. 12, 7                         | 6p: 16. 14, 1                         | 10p: 27. 15, 5                        | 50p: 138. 5, 4                          |
| 3p: 8. 7, 0                          | 7p: 19. 8, 4                          | 20p: 55. 7, 0                         | 60p: 165. 20, 9                         |
| 4p: 11. 1, 4                         | 8p: 22. 2, 8                          | 30p: 82. 22, 4                        | 65p: 179. 16, 6                         |

○

**U Pégase 1329** *m* I 01 20<sup>h</sup> 16<sup>m</sup> VII 01 20<sup>h</sup> 43<sup>m</sup>

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1p: 01 8 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> - | 9p: 31 8 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 1 | 80p: 29 <sup>j</sup> 23 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 6 |
| 2p: 0. 17. 59, 4                        | 10p: 3. 17. 56, 8                       | 90p: 33. 17. 31, 5                                     |
| 3p: 1. 2. 59, 0                         | 20p: 7. 11. 53, 6                       | 100p: 37. 11. 28, 3                                    |
| 4p: 1. 11. 58, 7                        | 30p: 11. 5. 50, 4                       | 200p: 74. 22. 56, 6                                    |
| 5p: 1. 20. 58, 4                        | 40p: 14. 23. 47, 2                      | 300p: 112. 10. 24, 9                                   |
| 6p: 2. 5. 58, 1                         | 50p: 18. 17. 44, 1                      | 400p: 149. 21. 53, 2                                   |
| 7p: 2. 14. 57, 8                        | 60p: 22. 11. 40, 9                      | 450p: 168. 15. 37, 3                                   |
| 8p: 2. 23. 57, 5                        | 70p: 26. 5. 37, 8                       | 500p: 187. 9. 21, 5                                    |

NOTICE SUR LA RÉUNION  
DU  
COMITÉ INTERNATIONAL PERMANENT  
POUR L'EXÉCUTION PHOTOGRAPHIQUE  
DE LA  
CARTE DU CIEL EN 1909.  
PAR M. B. BAILLAUD.

---

Du 19 au 24 avril 1909 s'est tenue, à l'Observatoire de Paris, une réunion du Comité international permanent de la Carte photographique du Ciel. Cette réunion est la sixième, depuis le commencement de l'entreprise. La première, provoquée et présidée par l'amiral Mouchez, eut lieu en 1887; l'amiral Mouchez présida encore les deux Congrès suivants, en 1889 et 1891. Ses successeurs à l'Observatoire furent aussi appelés à la présidence : Tisserand, en 1896; Lœwy, en 1900. Au Congrès de 1887, l'amiral Mouchez avait invité les astronomes du monde entier. Le Congrès décida l'exécution de la Carte photographique du Ciel et l'élaboration, par des procédés photographiques, d'un Catalogue des

## A.2

positions précises de toutes les étoiles, depuis les plus brillantes jusqu'à celles de onzième grandeur. Il constitua un Comité permanent chargé d'assurer l'exécution des travaux.

C'est ce Comité qui fut convoqué dans les réunions suivantes; à chacune d'elles cependant furent admis les astronomes présents, qu'ils fussent ou non membres du Comité.

Le travail commença, en vérité, vers 1893; les années précédentes avaient été employées à réunir les ressources, à construire et installer les instruments.

La réunion de 1900 eut une importance particulière, le Congrès ayant décidé d'ajouter à son programme la centralisation des travaux concernant la planète Éros qui devait passer très près de la Terre. Une occasion exceptionnelle s'offrait ainsi de déterminer la distance de la Terre au Soleil, unité des distances célestes. Un nombre énorme d'observations furent réunies; leur réduction absorba, pendant 2 ou 3 ans et plus, l'activité de la plupart des Observatoires participant au travail de la Carte du Ciel et celle de bien d'autres; 54 Observatoires au moins ont publié leurs résultats.

A mesure qu'avancait la discussion des travaux relatifs à Éros se faisait sentir la nécessité d'une réunion nouvelle du Comité permanent. Peu après ma nomination à la direction de l'Observatoire de Paris, j'eus l'honneur, sur la proposition de Sir David Gill, d'être élu à l'unanimité président de ce Comité. M. le Ministre de

### A.3

l'Instruction publique et des Beaux-Arts, par une lettre en date du 27 juin 1908, a bien voulu m'autoriser à tenir une réunion du 19 au 24 avril 1909.

Les travaux photographiques concernant la planète Éros avaient soulevé, pour le travail même de la Carte du Ciel, des questions nouvelles, et il fut nécessaire de convoquer non seulement les membres du Comité permanent, mais, avec eux, un grand nombre d'astronomes et de savants; 74 ont répondu à notre appel, dont 34 étrangers. Nous en donnons ci-après la liste :

#### *Membres du Comité.*

MM. AZCARATE (T. DE), directeur de l'Observatoire de San Fernando.

BACKLUND (O.), directeur de l'Observatoire de Poulkovo.

BAILLAUD (B.), directeur de l'Observatoire de Paris.

BAKHUYZEN (H.-G. VAN DE SANDE), ancien directeur de l'Observatoire de Leyde.

COOKE (W.-E.), directeur de l'Observatoire de Perth.

COSSERAT (E.), directeur de l'Observatoire de Toulouse.

DARBOUX (G.), membre du Bureau des Longitudes, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

DONNER (A.), directeur de l'Observatoire d'Helsingfors.

- MM. DYSON (F.-W.), directeur de l'Observatoire d'Édimbourg.
- GILL (Sir DAVID), ancien directeur de l'Observatoire du Cap, président de la Société royale astronomique de Londres.
- GONNESSIAT (F.), directeur de l'Observatoire d'Alger.
- HALE (G.-E.), directeur de l'Observatoire du Mont-Wilson.
- HINKS (A.-R.), astronome à l'Observatoire de Cambridge (Angleterre).
- HOUGH (S.-S.), directeur de l'Observatoire du Cap.
- KAPTEYN (G.-C.), directeur du Laboratoire astronomique de Groningue.
- KUSTNER (F.), directeur de l'Observatoire de Bonn.
- LECOINTE (G.), directeur scientifique du service astronomique à l'Observatoire d'Uccle.
- LIPPMANN (G.), membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes.
- PERRINE (C.-D.), directeur de l'Observatoire de Cordoba.
- PICART (Luc), directeur de l'Observatoire de Bordeaux.
- SCHEINER (G.), astronome à l'Observatoire de Potsdam.
- TURNER (H.-H.), directeur de l'Observatoire d'Oxford (Savilian Observatory).
- VALLE (F.), directeur de l'Observatoire de Tacubaya.



*Membres invités.*

MM. ANDOYER (H.), professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

ANDRÉ (Ch.), directeur de l'Observatoire de Lyon.

ANGOT (A.), directeur du Bureau central météorologique.

APPELL (P.-E.), membre de l'Institut, membre du Conseil des Observatoires.

BAILLAUD (J.), astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

BAUME-PLUVINEL (comte DE LA), correspondant du Bureau des Longitudes.

BAYET (C.), directeur de l'enseignement supérieur au Ministère de l'Instruction publique, conseiller d'État, représentant M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.

BENOÎT (R.), directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

BIGOURDAN (G.), membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, astronome titulaire à l'Observatoire de Paris.

BOCCARDI (G.), directeur de l'Observatoire de Turin.

BONAPARTE (prince Roland), membre de l'Institut.

BOQUET (F.), astronome titulaire à l'Observatoire de Paris.

BOUQUET DE LA GRYE (J.-J.-A.), membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes.

## A.6

MM. BOURGEOIS (L<sup>i</sup>-colonel), chef de la Section de Géodésie au Service géographique de l'Armée.

BOURGET (H.), directeur de l'Observatoire de Marseille.

CARPENTIER (J.), membre de l'Institut.

COWELL (P.-H.), chef assistant à l'Observatoire de Greenwich.

DELVOSAL (J.), astronome à l'Observatoire d'Uccle.

DESLANDRES (H.), directeur de l'Observatoire de Meudon.

FONTANA (V.), astronome à l'Observatoire de Turin.

FOURNIER (vice-amiral), membre du Bureau des Longitudes.

FRAISSINET (J.-A.), secrétaire de l'Observatoire de Paris.

FRANKLIN-ADAMS (John), Mervil Hill Hambledon Common, near Godalming, Surrey (Angleterre).

GAILLOT (A.), ancien sous-directeur de l'Observatoire de Paris.

GALLO (Joaquin), astronome à l'Observatoire de Tacubaya.

HAMY (M.), membre de l'Institut, astronome titulaire à l'Observatoire de Paris.

HANUSSE (F.-J.), membre du Bureau des Longitudes, directeur du Service hydrographique.

HARTWIG (E.), directeur de l'Observatoire de Bamberg.

## A.7

MM. HATT (P.), membre de l'Institut.

JACOBS (Fernand), président de la Société belge d'Astronomie.

KNOBEL (E.-B.), membre du Conseil de la Société royale astronomique de Londres.

KROMM (F.), astronome à l'Observatoire de Bordeaux.

LAGARDE (I.), astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

LAÏS (le R. P.), sous-directeur de l'Observatoire du Vatican.

LALLEMAND (C.), membre du Bureau des Longitudes, directeur du Service du Nivellement général de la France.

LEBEUF (A.), directeur de l'Observatoire de Besançon.

LEUSCHNER (A.-O.), directeur de l'Observatoire Berkeley (Californie).

LEVEAU (G.), astronome titulaire à l'Observatoire de Paris.

LIARD (L.), membre de l'Institut, vice-recteur de l'Académie de Paris.

MAC-MAHON (major Percy-Alex.), vice-président de la Société royale astronomique de Londres.

MONTANGERAND (L.), astronome-adjoint à l'Observatoire de Toulouse.

PAINLEVÉ (P.), membre de l'Institut, membre du Conseil de l'Observatoire de Paris.

PALISA (J.), astronome à l'Observatoire de l'Université de Vienne.

## A.8

MM. PUISEUX (P.), astronome titulaire à l'Observatoire de Paris.

RENAN (H.), astronome titulaire à l'Observatoire de Paris.

RICCO (A.), directeur de l'Observatoire de Catane.

RITCHEY (G.-W.), astronome à l'Observatoire du Mont-Wilson.

SCHUTZENBERGER (P.), héliographeur, 83, rue Denfert-Rochereau, à Paris.

STRÖMGREN (E.), directeur de l'Observatoire de Copenhague.

VERSCHAFFEL (abbé A.), directeur de l'Observatoire d'Abbadia.

ZURHELLEN (Dr W.), astronome à l'Observatoire de Santiago (Chili).

La première séance a été ouverte le 19 avril, à 10<sup>h</sup> du matin, sous la présidence de M. Bayet, directeur de l'Enseignement supérieur.

Au nom du Gouvernement de la République, M. Bayet a remercié les savants étrangers qui ont bien voulu apporter, une fois de plus, leur expérience à la grande entreprise à laquelle la France a eu l'honneur, il y a plus de 20 ans, de convier les nations civilisées.

M. B. Baillaud, après avoir remercié les astronomes qui, par un vote unanime, l'ont appelé à la présidence du Comité permanent, fit un exposé rapide de l'histoire de l'entreprise. Il évoqua le souvenir des astronomes qui, depuis le début, ont été ravis à notre affection et à

notre admiration. Il indiqua l'importance qu'a eue l'introduction de l'étude d'Éros dans le programme du précédent Congrès, et insista sur les perfectionnements que les travaux relatifs à la parallaxe ont déterminés dans toutes les méthodes de la photographie céleste et même dans les observations méridiennes.

Le premier soin de la réunion devait être de compléter le Comité international permanent qui, avec les directeurs des Observatoires participant à l'entreprise, devait compter 11 membres élus. Le Comité devant s'occuper désormais, non seulement des questions qui touchent directement à la Carte du Ciel, mais du perfectionnement et de la répartition des observations méridiennes, des Catalogues d'étoiles fondamentales, de la continuation des travaux relatifs à Éros, il y avait lieu de porter de 11 à 16 le nombre des membres élus. Il ne restait plus, à ce titre, dans le Comité, que :

MM. DAVID GILL, ancien directeur de l'Observatoire du Cap.

VAN DE SANDE BAKHUYZEN, ancien directeur de l'Observatoire de Leyde.

E.-C. PICKERING, directeur de l'Observatoire de Harvard College.

WEISS, directeur de l'Observatoire de Vienne.

KAPTEYN, directeur du Laboratoire astronomique de Groningue.

DUNER, directeur de l'Observatoire d'Upsal.

Ce dernier, qui va quitter prochainement ses fonctions, a demandé à être remplacé dans le Comité. Sur la proposition du Président, le Congrès, d'acclamation, décida qu'il serait prié de ne pas maintenir cette décision. On désigna, à l'unanimité, pour compléter le nombre des 16 membres élus :

MM. BACKLUND, directeur de l'Observatoire de Poulkovo.

DARBOUX, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

DYSON, directeur de l'Observatoire d'Édimbourg.

HALE, directeur de l'Observatoire solaire du Mont-Wilson.

HINKS, astronome à l'Observatoire de Cambridge.

KUSTNER, directeur de l'Observatoire de Bonn.

L. LUMIÈRE, fabricant de plaques photographiques.

POINCARÉ, membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes.

P. PUISEUX, astronome à l'Observatoire de Paris.

SCHEINER, astronome à l'Observatoire de Potsdam.

Il fut ensuite procédé à la nomination du Bureau du Congrès actuel. M. Baillaud ayant été déjà élu Président, sur sa proposition, Sir David Gill fut acclamé Président d'honneur; MM. van

de Sande Bakhuyzen, Backlund, Kapteyn, Vice-Présidents; Donner, Puiseux, Scheiner, Turner, Secrétaires.

Il fut ensuite constitué cinq commissions :

- A. Organisation du travail.
- B. Grandeurs stellaires.
- C. Optique.
- D. Catalogue.
- E. Éros.

Tous les membres furent répartis dans ces cinq Commissions; quelques-uns désignés pour deux ou plusieurs d'entre elles. Il fut entendu que tous les membres du Congrès auraient le droit de participer aux travaux des Commissions pour lesquelles ils n'étaient pas désignés.

Après avoir exprimé les regrets qu'inspirait à l'assemblée l'absence de 23 astronomes qui avaient été empêchés de s'y rendre, le Président a donné la parole à M. Arthur Hinks, de l'Observatoire de Cambridge, pour une communication relative à la parallaxe solaire. Ce fut une grande solennité scientifique que cette fin de séance où le jeune astronome fit connaître le résultat de neuf années du travail le plus assidu, dans lequel il a constamment fait preuve de la plus rare pénétration. Après avoir exprimé le tribut de reconnaissance dû à la mémoire de M. Lœwy qui, pendant plusieurs années, a conduit l'entreprise du travail concernant Éros avec la plus grande énergie, M. A. R. Hinks donna

comme résultat final de ses discussions pour la valeur de la parallaxe solaire :

|                               |                        |
|-------------------------------|------------------------|
| D'après les mesures photo-    |                        |
| graphiques .....              | $8'',807 \pm 0'',0027$ |
| D'après les mesures visuelles | $8'',803 \pm 0'',0039$ |
| D'après l'ensemble des me-    |                        |
| sures des deux sortes.....    | $8'',806$              |

à 2 ou 3 millièmes de seconde près.

On sait que les recherches de Le Verrier lui avaient donné  $8'',86$ , que les observations de Victoria et Sapho avaient donné à Sir David Gill  $8'',80$ , que la discussion des observations faites par la mission française du passage de Vénus a conduit Bouquet de la Grye à la valeur  $8'',80$ .

Après la première séance générale, les cinq Commissions se sont réunies dans leurs locaux respectifs et se sont constituées de la manière suivante :

| Com-<br>mission. | Président.                               | Vice-<br>Président. | Secrétaires.      |
|------------------|--|---------------------|-------------------|
| A ..             | H.-H. Turner                             | Donner              | Andoyer           |
| B...             | Kapteyn                                  | Puiseux             | Azcarate, Bourget |
| C...             | Bakhuyzen                                | André               | Hamy, Valle       |
| D ..             | Küstner                                  | Hough               | Luc Picart, Ricco |
| E ..             | ( Backlund                               | Dyson               | Hinks, Lagarde    |
|                  | Bouquet de la Grye (Président d'honneur) |                     |                   |

Dans l'après-midi, les membres du Congrès ont assisté à la séance de l'Académie des Sciences, où la bienvenue leur a été souhaitée par M. le



## A.13

Docteur Bouchard, président. M. Hinks a fait une communication sur la parallaxe du Soleil.

Les jours suivants, eurent lieu des réunions des Commissions et des séances générales, ainsi :

Commission A, 20 avril, à 9<sup>h</sup> du matin et à 3<sup>h</sup> du soir.

» B, 20 avril, à 10<sup>h</sup>; 21, à 10<sup>h</sup>; 22, à 10<sup>h</sup>.

» C, 20 avril, à 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup>; 21, à 3<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.

» D, 20 avril, à 3<sup>h</sup>; 21, à 3<sup>h</sup>; 22, à 3<sup>h</sup>.

» E, 20 avril, à 10<sup>h</sup>; 22, à 10<sup>h</sup>.

Séances générales : 19, à 10<sup>h</sup>; 20, à 5<sup>h</sup>; 21, à 5<sup>h</sup>; 23, à 3<sup>h</sup>.

Voici le texte des résolutions votées, toutes à l'unanimité :

### RÉSOLUTIONS ADOPTÉES PAR LE COMITÉ PERMANENT DANS LA SESSION D'AVRIL 1909.

#### *Organisation générale.*

1. Le Comité émet le vœu que la publication des mesures faites pour le Catalogue par les Observatoires de Sydney, Melbourne et Perth ait lieu aussitôt que possible et décide qu'une copie de ce vœu sera envoyée au gouvernement du *Commonwealth* australien.

Il est désirable que la zone disponible de  $-17^{\circ}$  à  $-23^{\circ}$ , non encore commencée, soit partagée, pour le Catalogue, entre l'Observatoire de Santiago, le nouvel Observatoire de Hyderabad (Decan) créé par le gouvernement de S. A. le Nizam et, s'il y a lieu, l'Observatoire de l'Université de la Plata. M. B. Baillaud serait chargé de se mettre en relation avec les directeurs de ces établissements pour la répartition du travail.

Il est désirable que la zone de Cordoba (de  $-24^{\circ}$  à  $-30^{\circ}$ ) soit partagée, pour le Catalogue, entre l'Observatoire de Cordoba et celui du Cap. M. B. Baillaud voudra bien s'entendre avec M. Perrine, le nouveau directeur de Cordoba, pour les détails de ce partage.

En ce qui concerne la Carte, la zone libre de  $-17^{\circ}$  à  $-23^{\circ}$ , qui comprend une partie de l'écliptique, sera faite par collaboration entre l'Observatoire de Santiago et celui de Paris. L'offre de M. B. Baillaud de faire reproduire par l'héliogravure les clichés de cette zone obtenus à Santiago ou, s'il y a lieu, dans un autre Observatoire, est acceptée en principe.

2. Le Comité permanent signale l'intérêt que présenterait une répétition des plaques, surtout de celles du Catalogue, même après une dizaine d'années seulement. La haute précision des mesures fournirait déjà des indications sur les mouvements propres. Il invite les Observatoires qui peuvent entreprendre un tel travail à refaire leurs plaques en insistant sur la nécessité de

## A. 15

les prendre approximativement sous le même angle horaire et à la même date de l'année.

### *Grandeurs stellaires.*

3. Il est recommandé aux Observatoires participants de faire, pour 24 régions de la zone de leur Observatoire, des comparaisons photographiques directes avec la région polaire la plus proche.

Il sera fait sur la région polaire et sur la région comparée deux poses, l'une de 6 minutes, l'autre de 20 minutes, les deux régions étant prises à des distances zénithales égales et dans des conditions aussi semblables que possible à celles des clichés de ces régions.

Les observateurs dont les instruments ne peuvent viser le pôle utiliseront comme régions de comparaison les régions Pritchard-Kapteyn dans les conditions indiquées plus haut.

Pour les calottes polaires, un nombre de 24 régions-types environ est recommandé, choisies de la manière jugée la plus convenable par les astronomes intéressés.

Il est entendu qu'il n'y a aucune objection à ce que les poses de durées différentes soient faites sur des plaques différentes, ni à ce que l'on fasse des poses additionnelles.

4. Le Comité recommande une seconde série de 24 clichés qui relieraient entre elles, deux à deux, les 24 régions-types d'une même zone. Il

sera fait ici encore deux poses de 6 minutes et de 20 minutes respectivement pour chacune des deux régions comparées.

Il est entendu qu'ici encore il n'y a aucune objection à ce que les poses de différentes durées soient faites sur des plaques différentes, ni à ce qu'on fasse des poses additionnelles.

Le Comité recommande que les astronomes dont les zones comprennent les déclinaisons  $0^{\circ} \pm 15^{\circ} \pm 30^{\circ} \pm 45^{\circ} \pm 60^{\circ} \pm 75^{\circ}$  choisissent pour les régions-types, ou parmi elles, des régions couvrant au moins en partie les « Selected areas » de M. Kapteyn.

5. Le Comité émet le vœu que quelques Observatoires entreprennent la photographie sur la même plaque, et dans des conditions aussi semblables que possible, de chacune des aires Pritchard-Kapteyn avec, soit la région du Pôle nord, soit la région du Pôle sud.

6. Le raccordement des régions restantes de chaque zone avec les régions-types de cette zone pourra se faire de plusieurs manières différentes. Le Comité pense que le choix de la manière d'exécuter ce raccordement doit être laissé aux Observatoires participants.

7. Le Comité, estimant qu'il serait prématuré de vouloir fixer d'une manière absolue l'origine de l'échelle des grandeurs photographiques et l'intervalle des degrés, confie la solution du

## A. 17

problème à une Commission composée de :

MM. BACKLUND.  
B. BAILLAUD.  
DAVID GILL.  
G. HALE.  
KAPTEYN.  
E.-C. PICKERING.  
SCHEINER.  
TURNER.

Il est recommandé aux membres de cette Commission de choisir de préférence une échelle photographique indépendante de l'échelle visuelle. Toutefois la neuvième grandeur de l'échelle visuelle pourra être choisie comme point de départ.

En attendant que la Commission ait rempli son mandat, les observateurs pourront continuer la publication des grandeurs dans la forme adoptée jusqu'ici, à condition toutefois que chaque Observatoire participant indique avec la netteté désirable la méthode qu'il a employée pour l'obtention des grandeurs; de telle sorte que les corrections nécessaires pour passer des échelles respectivement adoptées par les divers Observatoires à l'échelle absolue qui résultera des travaux de la Commission pourront être faites sans la moindre incertitude. Actuellement l'échelle la plus recommandable serait celle qui est définie par la « North polar sequence » de 47 étoiles de M. E.-C. Pickering.

8. Les observateurs pourront avec avantage donner aux trois images d'une même étoile, sur les clichés de la Carte, l'intervalle linéaire nécessaire pour que les trois images d'une étoile de 11<sup>e</sup> grandeur apparaissent nettement séparées.

9. Les observateurs pourront abaisser la durée de chacune des trois poses de 30 minutes à 20 minutes, par exemple, s'il est reconnu que cette dernière durée de pose est suffisante pour montrer les étoiles de 14<sup>e</sup> grandeur dans l'échelle d'Argelander prolongée.

10. L'attention des astronomes participants est attirée sur les avantages qu'il peut y avoir à faire les trois poses de la Carte en différentes nuits, l'intervalle de temps ne devant pas dépasser des limites modérées, quelques semaines au plus. Il paraît préférable d'obtenir le cliché en deux soirées seulement : la première soirée pour la première pose, la seconde pour les deux autres poses.

Les avantages qui résulteraient de cette pratique seraient d'une part la recherche des étoiles variables, d'autre part la découverte éventuelle d'une planète transneptunienne.

### *Optique.*

11. Au moins deux fois par an, il sera fait une étude du réglage des équatoriaux photographiques.

## A.19

On s'attachera à vérifier le centrage de l'objectif, à faire passer son axe par le centre des clichés et à rendre cet axe normal à la couche sensible.

Pour examiner la qualité de l'objectif et la distorsion, on recommande de se servir de la méthode de l'écran perforé de Hartmann, qui a déjà fait ses preuves.

En vue de l'évaluation des distorsions optiques dépendant de l'angle de position et de la distance, il sera fait des clichés spéciaux des Pléiades. Ces clichés serviront également à vérifier que les formules adoptées pour réduire les mesures possèdent une exactitude suffisante.

12. Le Comité émet le vœu que les erreurs de nature optique soient étudiées, sur les plaques déjà mesurées, par la méthode de M. Turner exposée dans l'annexe A. (Rapports des Observatoires participants.)

Il serait aussi désirable qu'on fit des observations pour déterminer la flexion relative des deux lunettes des instruments photographiques.

### *Étoiles fondamentales et Catalogue.*

13. Le Comité permanent, convaincu de l'importance de la détermination des étoiles de repère par des observations aussi contemporaines que possible des poses des clichés, exprime sa haute satisfaction de ce que toutes les étoiles

de repère ont été observées de nouveau ou le seront dans un avenir très prochain.

En ce qui concerne les observations qui restent à faire, il adresse ses remerciements à MM. Verschaffel, Backlund, Struve et Boccardi, qui ont bien voulu s'en charger, assuré que ces observations seront faites avec l'exactitude et la promptitude désirables.

14. Le Comité est d'avis que, dans l'avenir, les observations méridiennes d'étoiles faibles soient, en dehors des recherches spéciales, limitées aux observations des étoiles choisies comme étoiles de repère pour les plaques du Catalogue.

De cette façon, les positions de la plus grande partie des étoiles pourront être déterminées photographiquement avec la facilité et la précision les plus grandes.

15. Les observations méridiennes peuvent être divisées en trois classes : étoiles fondamentales, étoiles intermédiaires, étoiles de repère.

*Étoiles fondamentales.* — Ces étoiles devront être choisies de telle façon qu'il y ait une étoile dans chaque aire de 25 degrés carrés, de sorte que la distribution dans le Ciel soit aussi uniforme que possible.

Les Observatoires qui voudront concourir à la détermination du nouveau système de fondamentales devront s'entendre pour choisir précisément les mêmes étoiles, dans la limite où elles sont observables à des hauteurs conve-



nables au-dessus de leurs horizons respectifs.

Les Observatoires qui paraissent devoir être désignés en premier lieu pour cette coopération sont :

Hémisphère Nord : Greenwich, Leyde, Kiel, Lick, Paris, Poulkovo, Odessa, Washington, Alger ;

Hémisphère Sud : Le Cap, Sydney.

Cette résolution n'exclut pas la coopération d'autres Observatoires pour tout travail sur les fondamentales lorsqu'ils ont à leur disposition le temps et les instruments suffisants.

*Étoiles intermédiaires ; étoiles de repère.* — Une seconde série d'étoiles, dites *intermédiaires*, et, de préférence, entre la huitième et la neuvième grandeur, sera établie. Les positions de ces étoiles seront choisies dans l'intention de déterminer les étoiles de repère par rapport aux fondamentales avec la moindre erreur systématique possible, de telle sorte qu'on élimine l'équation de grandeur tant en ascension droite qu'en déclinaison.

Le Catalogue d'étoiles de Bonn pour 1900 de  $0^{\circ}$  à  $51^{\circ}$  offre un exemple des méthodes par lesquelles un tel Catalogue peut être construit. On sait qu'un Catalogue semblable, entre  $51^{\circ}$  et  $90^{\circ}$ , sera dressé à l'Observatoire de Kazan.

Il est désirable que des observations analogues soient faites dans l'hémisphère Nord et, s'il est possible, que deux séries semblables, ou davantage, soient faites dans l'hémisphère Sud.

Les étoiles qui doivent être choisies pour ces séries additionnelles peuvent être moins nombreuses que celles qui viennent d'être indiquées, mais elles doivent être prises exclusivement dans la liste des étoiles de repère adoptées, de manière qu'on trouve quatre à six étoiles par heure dans chaque zone de  $2^{\circ}$  de largeur.

En ce qui concerne la détermination des positions des étoiles intermédiaires, les Observatoires qui ont de bonnes observations méridiennes récentes des étoiles de repère peuvent se dispenser de les réobserver. Il sera seulement nécessaire de déterminer les corrections moyennes des positions des étoiles de repère de chaque plaque en comparant les positions précédemment adoptées pour ces étoiles avec les positions définitives des étoiles intermédiaires.

Mais, pour toutes les observations méridiennes des étoiles de repère faites ultérieurement à la publication des positions définitives des étoiles intermédiaires, il sera désirable d'employer ces positions comme base dans la réduction des observations.

La Commission, chargée du travail par le Comité permanent, comprendra MM. les directeurs des Observatoires engagés dans la coopération et MM. Auwers, Boss, Gill, Küstner, Newcomb.

16. Le Comité émet l'avis que, en considération du très petit nombre des Observatoires organisés pour le travail de haute précision des

## A. 23

fondamentales dans l'hémisphère Sud, il est très désirable, dans l'intérêt de la Science, qu'un instrument méridien pourvu de tous les perfectionnements modernes soit installé en Australie. L'établissement d'un nouvel Observatoire dans un emplacement près de Sydney offre une très heureuse occasion de remplir ce grand desideratum astronomique. Une copie de cette résolution sera, par voie diplomatique, transmise au Gouvernement de New South Wales.

### *Éros.*

17. M. Strömgren sera chargé de calculer :

1° Une éphéméride approchée d'Eros pour 1931;

2° Des éphémérides précises pour les oppositions successives jusqu'en 1931;

3° Une éphéméride de haute précision pour 1931.

18. Le Comité exprime le désir que les éphémérides d'Éros, relatives aux oppositions successives, soient insérées dans les grandes Ephémérides officielles

19. Le Comité émet le vœu qu'une entente internationale ait lieu pour calculer, à bref délai, les positions héliocentriques des cinq planètes troublantes : Vénus, la Terre, Mars, Ju-

piler et Saturne, afin de permettre à M. Ström-gren de fournir, pour 1931, une éphéméride assez précise d'Éros permettant de déterminer d'ici quelques années les étoiles de comparaison.

20. Le Comité recommande aux observateurs l'observation régulière de la planète Éros, depuis l'époque présente et aussi loin que possible. Ces observations devront être faites non seulement au moment de l'opposition, mais être commencées au plus tôt et poursuivies aussi loin que possible.

Pour les oppositions antérieures à 1931, les Observatoires sont invités à publier leurs résultats dans le plus bref délai.

— En ce qui concerne particulièrement les déterminations photographiques, on donnera les coordonnées rectilignes de la planète et des étoiles de comparaison. Autant que possible, celles-ci seront des étoiles de repère du Catalogue photographique, pour la même région; on donnera également les ascensions droites et déclinaisons provisoires de la planète.

Les étoiles de repère étant déjà toutes choisies, on pourra toujours les connaître aisément, par exemple par correspondance.

21. Le Comité nomme une Commission composée de MM. Knobel, Lippmann, Perrine, Turner, pour examiner la question des recherches à faire sur les images des étoiles produites sur

la plaque sensible au point de vue optique et photographique et pour étudier les moyens d'obtenir les images d'étoiles de repère plus susceptibles de mesures exactes que celles qu'on trouve sur les plaques employées pour la Carte du Ciel.

Cette Commission aura toute latitude pour s'adjoindre d'autres membres.

A la dernière séance générale, sur la proposition du Président, il a été entendu que, pour les points relatifs aux grandeurs photographiques non encore résolus, toute liberté sera laissée aux observateurs. Le Président a fait connaître ensuite qu'un Catalogue photométrique fondé uniquement sur la photographie est entrepris à l'Observatoire de Paris; à un autre point de vue, que cet Observatoire distribue aux astronomes qui en font la demande des règles graduées sur verre permettant de relever à un trentième de millimètre, sans microscope, les positions des étoiles sur les cartes héliogravées, enfin que le calcul des éléments des clichés de la Carte a été commencé à Bruxelles et à Paris.

Avant de lever la séance, le Président a tenu à exprimer les regrets qu'a causés à tous les membres du Congrès l'absence de Sir William Christie, astronome royal de Greenwich, empêché par la maladie, et a prié M. Cowell, premier assistant de cet Observatoire, d'être auprès de Sir William Christie l'interprète du Congrès en lui exprimant les vœux de tous pour le prompt rétablissement de sa santé.

Il a rendu à Sir David Gill, l'âme de ce Congrès, l'hommage qui lui était dû et a remercié les membres du Bureau et ceux des Bureaux des Commissions pour l'activité et la courtoisie qu'ils ont apportées dans l'accomplissement de leur tâche.

Sir David Gill, répondant à M. le Président, dit que tous les astronomes étrangers présents ont été, ainsi que lui-même, profondément touchés de l'accueil si cordial qui ne leur a jamais fait défaut à Paris, et remercie particulièrement M. le Directeur de l'Observatoire.

M. Backlund, au nom des Directeurs des Observatoires étrangers, prononce les paroles suivantes :

« Je désire proposer au Comité permanent d'exprimer au Gouvernement français toute notre gratitude pour l'accueil que nous avons tous reçu ici et pour le grand intérêt qu'il a toujours porté à l'œuvre internationale de la Carte et du Catalogue photographique du Ciel. Nous aimons d'ailleurs à rappeler que ce grand travail a pris naissance ici même, il y a plus de 20 ans. » (*Approbation unanime.*)

M. H.-H. Turner, au nom des Secrétaires étrangers du Congrès, propose que les remerciements reconnaissants du Comité soient adressés aux Secrétaires français.

M. Gonnessiat demande que le procès-verbal contienne une mention spéciale de la gratitude

des membres du Congrès envers leur Président d'honneur Sir David Gill. Dans les séances générales, dans les séances de Commission, en dehors même des réunions de travail, son activité juvénile et vraiment merveilleuse a été, pour tous ceux qui ont été appelés à en être les témoins, un sujet de joie et un fortifiant exemple. (*Applaudissements unanimes.*)

Le vœu a été exprimé, au cours du Congrès, notamment au banquet de clôture, que la prochaine réunion ait lieu à Paris dans 4 ans. Tout donne à penser que les questions restant à l'étude et le travail des fondamentales auront assez progressé pour que cette réunion soit nécessaire. Les astronomes français seront heureux de saisir cette occasion de renouer des relations si agréables pour eux.

---





LES  
MARÉES DE L'ÉCORCE  
ET  
L'ÉLASTICITÉ DU GLOBE TERRESTRE <sup>(1)</sup>;

PAR M. CH. LALLEMAND.

---

I. — EXPOSÉ PRÉLIMINAIRE.

La curiosité humaine est insatiable; mais la Science ne recule devant aucun problème, fût-il en apparence insoluble.

Après avoir dérobé aux astres errants des cieux le secret des mouvements de la Terre, dont l'immuabilité, pourtant, passait jusque-là pour un dogme; après avoir mis à nu, jusque dans leurs plus infimes détails, les lois de ces mouvements, les savants, et non les moindres, car le premier fut Lord Kelvin, se sont demandé si la forme même du globe ne serait pas, comme

---

(1) Pour la rédaction de cette Notice, M. Henri Poincaré, à plusieurs reprises, a bien voulu m'aider de ses précieux conseils. Je tiens à lui en exprimer ici toute ma gratitude.

## B.2

C'est sa position dans l'espace, sujette à des changements périodiques ; autrement dit si, au lieu d'être un solide indéformable, la Terre ne serait pas un corps élastique, sans cesse modifié par les forces qui le sollicitent, et notamment par les attractions variables de la Lune et du Soleil.

Et sans tarder, on a cherché les moyens de mesurer la rigidité du globe.

Ces moyens sont divers :

Tout d'abord, si la Terre était un fluide parfait, l'homme, en l'absence de points fixes de repère, n'observerait à la surface aucun mouvement provoqué par les astres : le pêcheur, en pleine mer, ignore la marée.

Au contraire, si le globe était absolument rigide, les marées océaniques, du moins les ondes lentes, peu troublées par l'inertie ou la viscosité des eaux, offriraient, en moyenne, une amplitude égale à celle que veut la théorie.

En fait, les mouvements des mers par rapport aux rivages sont perceptibles ; mais l'amplitude en est moindre que la valeur calculée. C'est une preuve que le globe présente une certaine élasticité. Le rapport des deux nombres en fournit une mesure.

Les déviations relatives du pendule par rapport au sol en fournissent une seconde.

En chaque lieu du globe, en effet, le fil à plomb reste constamment normal à la surface de niveau, incessamment changeante avec la

## B.3

position des astres qui produisent les marées.

La Terre étant élastique, la déviation observée n'est qu'une fraction de la déviation théorique, et cette fraction est égale au coefficient de réduction d'amplitude des marées.

Enfin, parmi les mouvements dont la Terre est animée, figure, comme Euler, le premier, l'a montré, un léger déplacement des pôles à la surface du sol.

Si la Terre était rigoureusement indéformable, ce mouvement aurait une période de 305 jours sidéraux. S. Newcomb <sup>(1)</sup> a fait voir que cette période s'allonge si le globe est élastique.

L'observation du mouvement et la détermination de sa période, comparée avec le chiffre théorique, donneront une troisième mesure de la rigidité de la Terre.

Le problème étant ainsi posé, passons d'abord en revue les diverses tentatives jusqu'alors faites pour le résoudre, par l'une ou l'autre des méthodes précédentes.

Dès 1877, abordant, après Lamé, le difficile problème de la déformation d'une sphère élastique soumise à l'attraction lunaire, Lord Kelvin <sup>(2)</sup> en concluait que, si la masse terrestre avait

---

<sup>(1)</sup> *On the dynamic of the Earth's rotation (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, t. III, 1892).*

<sup>(2)</sup> *Natural Philosophy, 2<sup>e</sup> Partie.*

## B.4

seulement la rigidité du verre, elle subirait des marées atteignant la moitié et, si elle était d'acier, le tiers de ce que l'on constaterait sur un globe liquide. Finalement, Lord Kelvin assignait à la Terre une élasticité intermédiaire entre ces deux limites.

Nous verrons que cette hypothèse est aujourd'hui pleinement confirmée.

Pour les ondes océaniques à longue période et notamment pour l'onde semi-mensuelle, Laplace estimait que les eaux de la mer ont le temps de prendre, à très peu près, la position d'équilibre.

En 1881, disposant d'observations de ces marées, faites, pendant 33 années, en divers ports des Indes, Sir G.-H. Darwin les rapprochait des ondes correspondantes calculées pour une Terre indéformable. L'amplitude n'atteignant que les  $\frac{2}{3}$  de la valeur théorique, la rigidité moyenne  $\rho$  du globe devait, selon lui, être comparable à celle de l'acier, soit

$$\rho = 7.7 \quad (1).$$

Tout dernièrement, Schweydar (2) abordait à

---

(1) En vue de simplifier les nombres, nous adopterons systématiquement, pour la mesure des rigidités, une unité auxiliaire égale à  $10^{11}$  unités C.G.S., soit à  $10^{11}$  dynes par centimètre carré.

(2) *Ein Beitrag zur Bestimmung des Starheits-Koeffizienten der Erde*, in *Gerland's Beiträge zur Geophysik*, t. IX, 1907.

son tour le même problème pour une Terre, incompressible et élastique, constituée suivant la loi de Roche-Wiechert, c'est-à-dire formée d'une écorce, de densité 3,2, recouvrant un noyau de densité 8,2 et de rayon égal à 0,78 R, R étant le rayon terrestre.

Ayant réuni 194 observations de marée de quinzaine et de marée mensuelle, faites, de 1868 à 1903, dans 43 ports des océans Atlantique, Pacifique et Indien, Schweydar obtenait pour le globe, avec les premières, une rigidité

$$\rho = 6,1$$

et, avec les secondes,

$$\rho = 5,5.$$

Mais, dans l'intervalle, les recherches avaient été dirigées aussi d'un autre côté. Il s'agissait de constater la réalité du petit mouvement des pôles, dont Euler avait démontré l'existence théorique.

Malgré l'insuccès des tentatives à cet égard, faites, de 1842 à 1873, à l'Observatoire de Pulkowa, l'Association géodésique internationale, en 1888, reprenait à son tour la question. Une série d'observations comparatives, poursuivies sans interruption pendant près de 2 années, en 1889 et 1890, dans les Observatoires de Berlin, Potsdam et Prague, mettaient nettement en évidence, dans les latitudes de ces trois stations,

une même variation, continue et périodique, dont l'amplitude, en 6 mois, n'atteignait pas moins de  $0'',5$  à  $0'',6$ .

Ce résultat pouvait assurément provenir d'un déplacement du pôle de rotation à la surface même du globe. Mais ce n'était là qu'une probabilité.

A titre de contrôle, une seconde série de mesures furent simultanément faites, du 1<sup>er</sup> mai 1891 au 1<sup>er</sup> juin 1892, à Berlin et à Honolulu, c'est-à-dire en deux lieux situés à la même latitude, mais distants de  $171^\circ$  en longitude.

Comme on le supposait, les variations accusées par les latitudes furent exactement inverses dans les deux stations.

Le doute n'était plus possible.

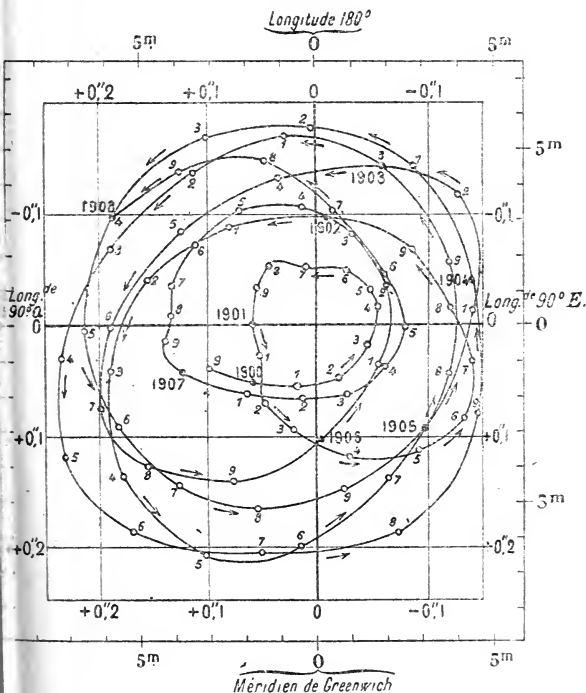
En vue de déterminer avec précision les lois du mouvement des pôles, l'Association géodésique internationale fit dès lors installer, dès 1900, sur le parallèle  $39^\circ 8'$  de l'hémisphère Nord à Mizusawa (Japon), Tschardjui (Asie centrale), Carloforte (Sicile), Gaithersburg (près Washington), Cincinnati (Ohio, États-Unis) et Ukiah (au nord de San-Francisco), six stations pour l'observation continue des latitudes.

Depuis 1906, deux nouvelles stations fonctionnent en outre dans l'hémisphère Sud, à Bayswater (près Perth, Australie) et à Onativo (non loin de Cordoba, République Argentine), toutes deux sur le parallèle  $31^\circ 55' S.$ , mais avec  $180^\circ$  d'écart en longitude.

Les résultats, publiés par le Professeur Th. Al-

# B.7

Fig. 1.



Déplacement du pôle Nord de la Terre  
durant la période 1900-1908.

breecht <sup>(1)</sup>, décèlent un mouvement très complexe (*fig. 1*).

Dès 1891, l'astronome américain Chandler <sup>(2)</sup> signalait, dans ce déplacement, l'existence de deux petits mouvements circulaires, dont les périodes respectives seraient d'environ 12 et 14 mois (exactement 428,6 jours de temps moyen, ou 427 jours sidéraux, pour la seconde).

Plus tard Kimura <sup>(3)</sup> constatait, dans la variation des latitudes, l'existence d'un petit terme indépendant de la position du pôle. Élimination faite de ce terme, la période de Chandler s'allonge. D'après Kimura <sup>(4)</sup>, elle aurait lentement crû, de 436 jours en 1893 à 442 jours en 1897, puis elle aurait diminué rapidement jusqu'à n'être plus que de 427 jours en 1907.

Cette même période de 14 mois a été retrouvée dans les observations de niveau moyen faites en divers points de la mer du Nord (Van de Sande-Bachhuysen) et du Pacifique (Christie) <sup>(5)</sup>.

<sup>(1)</sup> *Astronomische Nachrichten*, 1890 à 1909, et *Resultate des internationalen Breitendienstes*. Berlin, 1903, 1906 et 1909.

<sup>(2)</sup> *Astronomical Journal*, t. XI, 1891.

<sup>(3)</sup> *Harmonic Analysis of the Variation of Latitude during the years 1890-1905*.

<sup>(4)</sup> *New study of the polar motion for the interval 1890-1908*, in *Astron. Nachrichten*, n° 4344, 1909.

<sup>(5)</sup> HAID, *Die modernen Ziele der Geodäsie*, Karlsruhe, 1901.



## B.9

Le premier des mouvements signalés par Chandler, ayant l'année comme période, est vraisemblablement d'origine météorologique.

Par contre, d'après un calcul de S. Hough <sup>(1)</sup>, basé sur la remarque de Newcomb, la période du mouvement eulérien correspondrait à celle de Chandler, si la Terre, supposée homogène, avait la rigidité de l'acier

$$\rho = 7,7.$$

Reprenant un peu plus tard le même problème pour un sphéroïde élastique, homogène et incompressible, recouvert d'eau, Rudzki <sup>(2)</sup> trouvait, pour la rigidité du globe,

$$\rho = 17,$$

ou

$$\rho = 12,5,$$

selon qu'il tenait compte ou non de la déformation des océans.

Plus récemment, Herglotz <sup>(3)</sup> montrait que la croissance de la densité du globe vers le centre en augmente considérablement la rigidité et que, dans l'hypothèse de Roche-Wiechert, les déformations de la Terre, sous l'influence luni-

<sup>(1)</sup> *Philosophical Transactions*, t. CLXXXVII, 1896.

<sup>(2)</sup> *Anzeiger der Akad. der Wissenschaften*, Cracovie, 1899.

<sup>(3)</sup> *Zeitschrift für Math. und Physik*, 1905.

solaire, n'atteindraient que les 0,8 de ce qu'elles seraient pour une sphère homogène.

Dans ces conditions, à la période de Chandler (427 jours) correspondrait une rigidité

$$\rho = 11,7,$$

au lieu de

$$\rho = 9,2,$$

pour un sphéroïde homogène.

Enfin, cette année même, reprenant la question par une méthode nouvelle, M. Stapfer <sup>(1)</sup> était conduit à assigner à la Terre, supposée homogène, une rigidité de  $\frac{1}{4}$  supérieure à celle de l'acier, soit

$$\rho = 9,5.$$

Les marées de l'Océan et la variation des latitudes sont capables, on le voit, de fournir, pour l'élasticité du globe, une valeur déjà suffisamment approchée. Mais les déviations de la verticale semblent de nature à donner, du problème, une solution beaucoup plus rapide et plus sûre.

La verticale, avons-nous dit, demeurant normale à la surface de niveau, les mouvements de celle-ci, manifestés par les marées, se traduisent, sur le pendule, par des oscillations obéissant aux mêmes lois, avec cet avantage toutefois de n'être pas troublées, comme les premières, par l'inertie ou la viscosité. Dès lors, avec le pendule, on peut utiliser, non seulement

---

(<sup>1</sup>) *Sur la rotation de la Terre*, 1909.

les ondes lentes, comme dans le cas des marées, mais surtout les ondes rapides, comme l'onde lunaire semi-diurne, qui est en même temps la plus importante et la plus facile à dégager des erreurs accidentelles d'observation.

Depuis longtemps, on cherchait à mettre en évidence les mouvements de la verticale. Dans le précédent *Annuaire* <sup>(1)</sup>, j'ai rappelé les infructueuses tentatives faites, dans ce but, par d'Abbadie dès 1837, par Zöllner en 1872, Bouquet de la Grye en 1874, Sir W. Thomson en 1878, G. et H. Darwin en 1879, enfin par Wolf en 1883.

Les déviations à mesurer, il est vrai, sont extrêmement faibles ( $0'',005$  pour l'effet de l'attraction solaire); par contre, les effets perturbateurs dus à l'échauffement des couches superficielles du globe sous le rayonnement solaire sont relativement énormes : ils peuvent atteindre  $0'',5$ , soit 100 fois l'effet à déceler.

Le problème semblait donc insoluble.

En donnant le moyen d'amplifier à volonté les mouvements en question, le pendule horizontal a permis de surmonter toutes les difficultés.

Dès 1890, avec un de ces appareils perfectionnés par lui, de Rebeur-Pachwitz réussissait à obtenir, à Wilhelmshaven <sup>(2)</sup> et à Puerto-

(<sup>1</sup>) *Mouvements et déformations de la croûte terrestre*. Notice B, p. 7 à 10.

(<sup>2</sup>) *Das horizontal-Pendel, etc.* (*Nova Acta der Leopold-Carol. Akad.*, Halle, t. LX).

Orotava (île de Ténériffe), des résultats positifs, bien que légèrement faussés par le voisinage de la mer. Dans ces conditions, en effet, la masse d'eau mise en mouvement par le flux et le reflux exerce sur le pendule une attraction variable, tandis que son poids fait périodiquement fléchir le sol élastique de la côte.

Affranchies de cette cause d'erreur, d'autres séries d'observations furent faites, avec le même appareil, à Strasbourg <sup>(1)</sup> par de Rebeur (1892-1893), puis par Ehlert (1895-1896); à Nikolajew <sup>(2)</sup> (Russie), de 1893 à 1895, par Kortazzi; enfin à Heidelberg (1901-1902) par Schweydar <sup>(3)</sup>, au moyen de deux pendules en croix, symétriquement orientées par rapport au méridien.

De cet ensemble d'observations, et toujours avec l'hypothèse de Wiechert, Schweydar <sup>(4)</sup> déduisait, pour le globe, une rigidité moyenne

$$\rho = 6,3,$$

à peu près égale à celle antérieurement tirée par lui de la considération des marées.

On obtient encore un résultat analogue, en partant des remarquables mesures des mouve-

<sup>(1)</sup> *Horizontalpendelbeobachtungen*, in *Gerland's Beiträge*, t. II et III.

<sup>(2)</sup> *Investia Russk. Astronom. Obschestva*, 4<sup>e</sup> Partie (1895) et 5<sup>e</sup> Partie (1896).

<sup>(3)</sup> *Untersuchung der Oscillationen der Lotlinie*, in *Gerland's Beiträge*, t. VII.

<sup>(4)</sup> *Ein Beitrag zur Bestimmung, etc.* (*Op. cit.*).

ments de la verticale faites par le professeur Hecker <sup>(1)</sup> à Potsdam <sup>(2)</sup>.

Sir G.-H. Darwin <sup>(3)</sup> y voit une confirmation de l'hypothèse de Lord Kelvin.

Mais la rigidité ainsi obtenue est bien inférieure à celle précédemment déduite des mouvements du pôle.

Recherchant dans une différence d'élasticité entre l'écorce et le noyau l'explication de cette anomalie, Schweydar <sup>(3)</sup> a reconnu qu'elle disparaîtrait si l'on pouvait assigner au noyau une rigidité

$$\rho = 20$$

et à l'écorce une rigidité

$$\rho = 0,9 \text{ seulement.}$$

Ce dernier chiffre étant invraisemblable, Schweydar suppose qu'il doit exister, entre le noyau et la croûte, une couche plastique, dont les déformations, s'ajoutant à celles de l'écorce, feraient paraître beaucoup trop faible la rigidité de celle-ci.

<sup>(1)</sup> *Beobachtungen an Horizontalpendeln über die Deformation des Erdkörpers unter dem Einfluss von Sonne und Mond.* Berlin, 1907.

<sup>(2)</sup> Voir *Mouvements et déformations de la croûte terrestre* (*Op. cit.*, p. 11 et suiv.).

<sup>(3)</sup> *The Rigidity of the Earth*, in *Rivista di Scienza*, t. V. Bologne, 1909.

<sup>(4)</sup> *Ein Beitrag zur Bestimmung, etc. (Op. cit.).*

Mais Love <sup>(1)</sup> combat cette hypothèse. En supposant, dit-il, un noyau infiniment rigide et une très mince couche fluide intercalaire, on serait conduit à donner à l'écorce, épaisse de 1400<sup>km</sup> par exemple, une rigidité égale à cinq fois celle de l'acier. Avec un noyau élastique, une couche fluide plus épaisse et une écorce plus mince, il faudrait assigner à celle-ci une rigidité plus grande encore. La Terre ne saurait donc être formée, ni d'un noyau fluide inclus dans une écorce solide, ni d'un noyau et d'une écorce tous deux solides, mais séparés par une nappe fluide continue.

\*  
+ \*

Tel est actuellement l'état de la question.

Ce court aperçu historique suffit à en montrer les difficultés.

Je me suis proposé de la reprendre. Vu l'extrême petitesse des déformations en cause, j'ai pu simplifier notablement les calculs et formuler une théorie générale qui se résume ainsi :

Soit une Terre d'abord homogène, sphérique et absolument indéformable, sur laquelle agit une petite force perturbatrice, ayant respectivement comme axe et comme plan de symétrie un diamètre de la sphère et le grand cercle

---

<sup>(1)</sup> *The yielding of the Earth to disturbing forces* (*Proceedings of the Royal Society*, t. LXXXII, 1909), et *Monthly Notices*, t. LXIX, 1909.

perpendiculaire à ce diamètre. Ce sera, par exemple, la force centrifuge, née de la rotation du globe sur lui-même, ou bien encore l'effet de l'inégalité des attractions exercées par un astro sur le centre de la Terre et sur chacun de ses points, diversement éloignés.

La force perturbatrice en question transforme les surfaces de niveau, et notamment le *géoïde*<sup>(1)</sup>, originellement sphériques, en des ellipsoïdes, dont le très faible aplatissement  $\alpha$ , proportionnel à cette force, se calcule aisément et lui sert de mesure.

Supposons maintenant à la Terre une certaine élasticité.

La surface libre prend, elle aussi, une forme ellipsoïdale, d'aplatissement réduit,  $k_e \alpha$ , dépendant d'un certain module élastique  $k_e$ .

Comme conséquence, l'aplatissement du *géoïde* subit un accroissement,  $k_c k_e \alpha$ , dont le module  $k_c$  est lié à la répartition des densités dans l'intérieur du globe.

Cette modification, à son tour, se répercute sur la surface libre et ainsi de suite, les déformations successives des deux surfaces réagissant les unes sur les autres à la manière des charges électriques accumulées par influence sur les deux faces d'un condensateur.

---

(<sup>1</sup>) On appelle ainsi la surface de niveau qui sert à définir la figure de la Terre et dont la caractéristique est d'embrasser un volume égal à celui du globe.

Sous cette double action réciproque, les aplatissements initiaux s'amplifient et finalement atteignent deux limites,  $\alpha_g$  pour le géoïde,  $\alpha_e$  pour la surface libre ou l'écorce, liées à l'aplatissement initial  $\alpha$  et aux modules de constitution  $k_c$  et d'élasticité  $k_e$ , par les formules suivantes :

$$\alpha_g = \frac{1}{1 - k_c k_e} \alpha, \quad \alpha_e = k_e \alpha_g.$$

Connaissant, par les mesures géodésiques ou par les observations de la pesanteur, l'aplatissement effectif  $\frac{1}{297}$  du globe <sup>(1)</sup>, on en déduit aisément, par comparaison avec l'aplatissement  $\frac{1}{518}$  dû à la seule force centrifuge, la valeur du module de constitution,

$$k_c = 0,486.$$

D'autre part, ayant pu mesurer l'amplitude

$$m = \alpha_g - \alpha_e$$

de certaines marées océaniques (marées de quinzaine), ou bien, parmi les mouvements relatifs de la verticale, celle de l'onde lunaire semi-diurne, par exemple, on obtient autant de valeurs différentes du module élastique  $k_e$ , en comparant cette amplitude avec celle des mouvements théoriques correspon-

---

(1) *Geodetic operations in the United States, 1906-1909*, by O.-H. Tittmann and J. Hayford. Washington, 1909.



dants, calculés pour une Terre indéformable.

D'après toutes les données de cette nature recueillies jusqu'alors, le facteur  $\frac{m}{\alpha}$  de réduction des marées océaniques et des déviations de la verticale serait compris entre 0,64 et 0,68.

Or, combinée avec les formules ci-dessus, la relation de Newcomb s'écrit :

$$\frac{m}{\alpha} = \frac{\tau}{\tau_0},$$

$\tau_0$  étant la période d'Euler, 305 jours, et  $\tau$  la période effective, 427 à 442 jours, d'après Chandler et Kimura. On en tire

$$\frac{m}{\alpha} = 0,69 \text{ à } 0,71,$$

chiffres très voisins des précédents.

Ainsi disparaît l'anomalie précédemment signalée entre les deux modes de détermination de l'élasticité du globe terrestre.

Enfin, Schweydar ayant, dans l'hypothèse de Roche-Wiechert, établi une relation entre le facteur de réduction des marées et le coefficient moyen de rigidité du globe, on en déduit immédiatement qu'à la valeur  $\frac{2}{3}$  pour le facteur  $\frac{m}{\alpha}$

correspond, pour la Terre, une rigidité moyenne

$$\rho = 6,3,$$

intermédiaire entre celle du cuivre

$$\rho = 4,7$$

et celle de l'acier

$$\rho = 7,7.$$

Dans ces conditions, les marées de l'écorce auraient même grandeur que les marées océaniques, supposées affranchies des effets de l'inertie et de la viscosité des eaux.

Les unes et les autres auraient une amplitude égale aux  $\frac{2}{3}$  de celle de la marée théorique sur un globe indéformable.

La marée semi-diurne de l'écorce, nulle aux pôles, atteindrait à l'équateur  $0^m,34$  en moyenne, du fait de la Lune, et  $0^m,15$  pour le Soleil, soit  $0^m,49$  au moment des pleines lunes équinoxiales et seulement  $0^m,19$  lors des quadratures.

A  $45^\circ$  de latitude, on aurait encore la moitié des chiffres précédents, soit  $0^m,10$  au moment des quartiers et  $0^m,25$  lors des pleines lunes.

Une seule anomalie subsiste dans les chiffres précédents : c'est la très grande différence trouvée, à Potsdam, dans le facteur de réduction des mouvements de la verticale pour le sens Est-Ouest (0,66) et pour le sens Nord-Sud (0,4).

Cette dissymétrie tient-elle à l'instrument ? Aux conditions de son installation ? Ou encore à la texture de l'écorce en ce point ?

Ou bien, comme j'en émettais l'hypothèse dans le précédent *Annuaire*, est-elle en relation plus ou moins éloignée avec la forme tétraédrique du solide terrestre, dont l'arête européo-asiatique, orientée Est-Ouest, passe non loin de Potsdam ?

C'est là un point que, seule, permettra d'éclaircir la répétition de mesures analogues faites en d'autres lieux du globe, choisis de préférence au centre des continents, pour éviter l'influence perturbatrice du voisinage des mers.

Déjà l'on doit à l'Association géodésique internationale la belle découverte du mouvement des pôles. Nul doute qu'elle n'ait à cœur de résoudre ce nouveau problème.

Après cet exposé sommaire de la nouvelle méthode suivie et des premiers résultats obtenus, nous allons maintenant reprendre, avec plus de détails, chacun des points de la question.

## II. — MARÉES THÉORIQUES DU GÉOÏDE ET MOUVEMENTS DU PENDULE SUR UNE TERRE ABSOLUMENT RIGIDE.

A. *Exposé général.* — Rappelons d'abord quelques faits connus.

En vertu de la *gravitation universelle*, toutes les molécules matérielles répandues dans l'espace s'attirent mutuellement, en raison directe de leurs masses et en raison inverse du carré de leurs distances.

Sur une molécule de la surface terrestre la masse entière du globe exerce de la sorte une attraction, dite *centripète*, qui, combinée avec la *force centrifuge* née de la rotation de la Terre sur elle-même, constitue la *pesanteur*. La direction de cette résultante, en chaque lieu, ou la *verticale*, est donnée, par le fil à plomb.

On appelle *surface de niveau* toute surface normale en chacun de ses points à la verticale.

Par un point donné, il passe une surface de niveau et une seule; toutes ces surfaces étant concentriques, chacune d'elles peut être caractérisée par le volume qu'elle embrasse. Celle de ces surfaces qui se rapproche le plus de la surface moyenne des océans sert à définir la figure de la Terre et, pour cette raison, se nomme le *géoïde*.

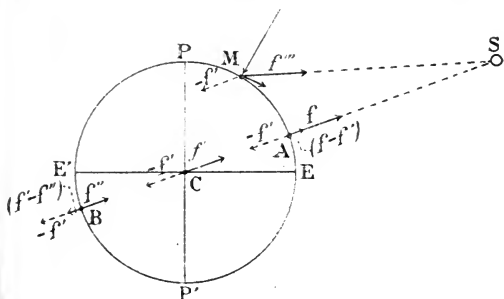
Si la Terre était isolée dans l'espace, les verticales auraient toutes, par rapport au sol, une direction immuable; par suite, les surfaces de niveau, y compris le *géoïde*, garderaient une forme invariable.

Mais, outre la Terre, le monde renferme une infinité d'astres et, sur chacune des molécules terrestres, l'un quelconque de ces astres exerce une attraction proportionnelle à sa masse, condensée par hypothèse au centre, et inverse-

ment proportionnelle au carré de la distance de ce centre à la molécule considérée.

Si cette distance était partout la même, toutes les molécules terrestres tomberaient sur l'astre avec la même vitesse; rien ne serait changé dans l'équilibre relatif des forces constituant la pesanteur; en particulier, la direction de la verticale par rapport au sol ne serait pas altérée.

Fig. 2.



$f, f', f'', f'''$ , Attractions respectivement exercées par l'astre S aux points A, C, B et M de la Terre.

E, E', Equateur. P, P', Pôles.

Mais à cause des dimensions mêmes de notre globe que, tout d'abord, pour simplifier, nous supposerons homogène, indéformable, immobile et sphérique, cette égalité des distances et, conséquemment, celle des attractions corrélatives n'existent pas. L'hémisphère éclairé par l'astre

en est plus proche; il est dès lors plus attiré que l'hémisphère dans l'ombre.

En fait, les choses se passent comme si la Terre tombait sur l'astre S (*fig. 2*), avec une vitesse répondant à l'attraction  $f'$  exercée par ce dernier sur le centre C du globe. Pour ramener la Terre au repos relatif, il suffit d'appliquer, en tous ses points, une force,  $-f'$ , égale et contraire à l'attraction subie par le centre.

Dès lors, en un point M de la surface, la pesanteur n'est troublée qu'à raison du petit écart de grandeur et du défaut de parallélisme qui existent entre les attractions,  $f'$  et  $f''$ , exercées par l'astre respectivement sur le centre du globe et sur le point considéré.

La résultante des actions parasites,  $-f'$  et  $f''$ , ou *force perturbatrice*, atteint son maximum,  $(f-f')$  ou  $(f'-f'')$ , aux deux extrémités, A et B, du diamètre terrestre pointé sur l'astre, c'est-à-dire aux deux points respectivement le plus rapproché et le plus éloigné de celui-ci. Elle est positive au premier de ces deux points et négative au second; autrement dit, elle est *centrifuge* dans les deux cas et de sens contraire à la *gravité*, qui, elle, est *centripète*.

D'autre part, le long du cercle, qui sépare l'hémisphère éclairé de l'hémisphère dans l'ombre, la force perturbatrice est également verticale.

En chaque point, d'ailleurs, la force perturbatrice se dédouble en deux composantes, dont l'une, dirigée suivant la verticale, se combine

avec la pesanteur. La diminution de celle-ci, quand l'astre est au zénith, peut atteindre  $0^{\text{mg}},11$  par kilogramme, pour la Lune à sa moyenne distance de la Terre, et  $0^{\text{mg}},05$  pour le Soleil. Ces chiffres sont réduits de moitié quand l'astre est à l'horizon.

Le Soleil et la Lune, l'un en raison de sa masse, l'autre à cause de sa proximité, sont d'ailleurs les deux seuls astres susceptibles d'exercer, à cet égard, une influence appréciable.

L'autre composante, perpendiculaire à la direction du fil à plomb, dévie celui-ci d'une quantité  $\delta$ , nulle aux deux extrémités du diamètre tourné vers l'astre, et nulle également sur le grand cercle perpendiculaire, la force perturbatrice, en ces divers points, étant verticale, avons-nous dit, comme la pesanteur elle-même.

Dans l'intervalle, la déviation  $\delta$  varie comme le sinus du double de la distance zénithale  $z$  de l'astre <sup>(1)</sup>

$$\delta = \alpha \sin 2z$$

avec

$$\alpha = \frac{3}{2} \frac{M}{d^3},$$

$M$ , masse de l'astre, rapportée à celle de la Terre;  
 $d$ , sa distance en rayons terrestres.

Le maximum  $\alpha$ , de  $\delta$ , a lieu quand  $z = 45^\circ$ ;

<sup>(1)</sup> Voir, Note-Annexe I, la démonstration de cette loi.

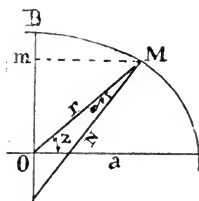
il atteint  $\pm 0'',018$  pour la Lune, à sa moyenne distance de la Terre, et  $\pm 0'',008$  pour le Soleil.

B. *Marées du géoïde.* — Aux verticales primitives, toutes dirigées vers le centre de la Terre, supposée, avons-nous dit, homogène, indéformable, immobile et sphérique, correspondaient un géoïde et, en général, des surfaces de niveau sphériques, ayant pour centre commun celui du globe.

Au faisceau des verticales déviées comme il vient d'être dit, correspond, dans le cas d'un seul astre perturbateur, un géoïde, dont, à raison de la symétrie, la forme est de révolution autour de la ligne des centres de la Terre et de l'astre.

D'après ce que nous venons de dire, la courbe génératrice de cette surface est telle qu'en chaque point la normale fait, avec le rayon vec-

Fig. 3.



teur, un très petit angle  $\delta$  (fig. 3), tel que

$$\delta = \alpha \sin 2z,$$



$z$  étant l'angle compris entre l'axe de révolution et le rayon vecteur.

Or, cette courbe, très peu différente d'un cercle, est une ellipse, dont l'aplatissement est égal à la déviation maxima  $\alpha$  de la normale <sup>(1)</sup>, cette déviation étant exprimée en parties du rayon. Dès lors, la surface en question est un ellipsoïde de révolution, allongé dans la direction de l'astre.

S'il y a plusieurs astres perturbateurs, les déformations ellipsoïdales correspondantes se combinent en une déformation ellipsoïdale unique.

Si, maintenant, au lieu de regarder la Terre comme immobile et sphérique, nous lui restituons sa forme aplatie aux pôles et son mouvement de rotation sur elle-même, tout en lui laissant son homogénéité et son absolue rigidité, les petites déformations ellipsoïdales subies, de ces deux derniers chefs, par le géoïde sphérique

(1) En effet, dans une ellipse d'excentricité  $e$  et d'aplatissement  $\alpha$ , l'angle  $\delta$  est donné par la formule

$$\operatorname{tang} \delta = \frac{e^2 \operatorname{tang} z}{1 - e^2 + \operatorname{tang}^2 z}.$$

Si  $e$  est très petit, ainsi que  $\delta$ , cette équation peut s'écrire

$$\delta = \frac{e^2}{2} \sin 2z,$$

avec

$$e^2 = 2\alpha.$$

primitif, s'ajouteront à la précédente pour donner finalement lieu à une certaine surface résultante, elle-même ellipsoïdale, que nous appellerons le *géoïde théorique instantané*.

Si, tout en étant aplatie aux pôles, la Terre était formée de couches ellipsoïdales, homogènes et concentriques, et si les trois astres considérés, Terre, Lune et Soleil, conservaient entre eux, dans l'espace, les mêmes positions relatives, le *géoïde instantané*, malgré la rotation du globe sur lui-même, garderait une forme et une position immuables; après chaque intervalle de 24 heures *sidérales*, tous les points du globe se retrouveraient, par rapport à lui, dans la même situation.

Par suite, en chaque lieu de la Terre, on constaterait, dans le niveau du *géoïde* par rapport au sol, une oscillation verticale apparente, décomposable en une *onde semi-diurne*, avec maxima correspondant aux deux renflements symétriques, et une *onde diurne*, destinée à compenser l'inégal effet des deux renflements quand leur axe commun est incliné sur l'équateur.

Pour chacun des astres pris à part, l'onde semi-diurne a pour amplitude

$$m_{sd} = R \alpha \cos^2 l \cos^2 D \quad (1),$$

R, rayon moyen de la Terre.

---

(1) Voir, Note-Annexe II, *Calcul des marées théoriques du géoïde*, formule (4).

## B. 27

Cette amplitude est maxima à l'équateur, quand la déclinaison de l'astre est nulle; autrement, elle décroît comme le carré des cosinus de la latitude  $l$  du lieu et de la déclinaison  $D$  de l'astre. Elle est nulle aux pôles.

L'amplitude de l'onde diurne, au contraire,

$$m_d = R \alpha \sin 2l \sin 2D \quad (1),$$

nulle en même temps que la latitude ou la déclinaison, croît avec elles, atteint son maximum à  $45^\circ$  de latitude, pour la plus forte déclinaison de l'astre, et s'annule de nouveau vers les pôles.

Mais la Terre n'est ni régulière de surface, ni homogène de constitution; dès lors, loin d'avoir la forme géométrique que nous lui avons tout d'abord supposée, le géoïde correspondant au globe immobile présente des saillies sous les reliefs continentaux et des méplats au droit des océans, moins denses que la croûte solide.

A la différence des renflements symétriques provoqués par l'attraction luni-solaire, ces bosses et ces dépressions locales suivent la planète dans sa révolution sur elle-même; mais, étant liées au sol, elles ne modifient en rien les oscillations apparentes, par rapport à ce même sol, du géoïde en chaque lieu.

D'autre part, le Soleil <sup>(2)</sup> et la Lune, dans le

(<sup>1</sup>) Voir, Note-Annexe II, *Calcul des marées théoriques du géoïde*, formule (5).

(<sup>2</sup>) Pour la clarté des explications, il est plus simple

ciël, tournent d'un mouvement étrograde autour de la Terre, avec des vitesses différentes et dans des orbites inégalement inclinées sur le plan de l'équateur terrestre.

De là, pour le géoïde instantané, de nouvelles causes de déformations périodiques, les unes liées au déplacement relatif des deux astres en ascension droite, les autres en relation avec leurs changements de déclinaison.

Par suite des mouvements en question, les deux groupes d'ondes, diurnes et semi-diurnes, précédemment signalées, au lieu d'avoir pour uniques périodes le jour sidéral et le demi-jour, ont des périodes moyennes un peu plus longues et inégales, savoir : le jour et le demi-jour solaires pour les unes ; le jour lunaire, de  $24^h 50^m$  de temps moyen, et le demi-jour lunaire pour les autres.

Quand, par suite de son excès de vitesse, la Lune arrive en conjonction ou en opposition avec le Soleil, les renflements déterminés par les deux astres s'ajoutent l'un à l'autre ; les effets se neutralisent partiellement, au contraire, quand le Soleil et la Lune sont en quadrature, le gonflement provoqué par l'un répondant alors à la dépression causée par l'autre et inversement.

Dans les intervalles, les deux ondes lunaire et

et sans inconvénient de raisonner comme si le Soleil tournait autour de la Terre, bien qu'en fait ce soit l'inverse qui ait lieu.

solaire se combinent en une onde unique, d'amplitude intermédiaire entre ces deux limites.

Mais ce n'est pas tout.

Les orbites des deux astres étant inclinées sur l'équateur, les changements d'ascension droite de la Lune et du Soleil s'accompagnent de mouvements en déclinaison et de légères variations dans les durées du jour solaire et du jour lunaire vrais.

Dès lors, en un lieu donné, de latitude  $l$ , la période et l'amplitude des ondes diurne et semi-diurne oscillent respectivement autour d'une moyenne.

D'autre part, nous avons jusqu'alors supposé constantes les distances de la Terre à la Lune et au Soleil; mais, par suite de l'excentricité des orbites, ces distances, avec le temps, varient de  $\pm \frac{1}{18}$  pour la Lune, en 27 jours 13 heures (révolution anomalistique), et de  $\pm \frac{1}{60}$  en un an, pour le Soleil.

De là résulte encore, dans la hauteur des renflements du géoïde et dans l'amplitude des diverses ondes précédentes, une variation corrélatrice trois fois plus grande, atteignant  $\pm \frac{1}{6}$  pour la Lune et  $\pm \frac{1}{20}$  pour le Soleil.

Dans ces conditions, les choses se passent comme si l'on faisait interférer, avec chacune des ondes principales, supposée d'amplitude moyenne, deux ondes satellites ayant pour commune amplitude la demi-différence entre la

moyenne et le maximum, et pour vitesses respectives la somme et la différence des vitesses de l'onde principale, d'une part, et de la variation d'amplitude, d'autre part <sup>(1)</sup>.

De plus, aux ondes diurne et semi-diurne s'ajoutent d'autres ondes, d'amplitude beaucoup plus faible, dont la période est liée à celle de la révolution de chacun des deux astres autour de la Terre. C'est ainsi que, pour la Lune, on observe une onde de quinzaine <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> La vitesse d'une onde est le chemin angulaire qu'elle parcourt dans l'unité de temps ou, ce qui revient au même, le quotient de  $360^\circ$  par la période.

Soient :

$n$ , la vitesse angulaire d'une onde de période  $T$ ;

$n'$ , la vitesse angulaire de variation (période  $T' > T$ ) de l'amplitude  $A$  de cette onde, entre les limites  $(a - b)$  et  $(a + b)$ .

On a

$$n = \frac{2\pi}{T}, \quad n' = \frac{2\pi}{T'}$$

avec

$$A = (a + b \sin n' t) \sin nt;$$

ce que l'on peut écrire

$$\begin{aligned} A = a \sin nt + \frac{b}{2} \cos (n - n') t \\ - \frac{b}{2} \cos (n + n') t. \end{aligned}$$

C. Q. F. D.

<sup>(2)</sup> Sa période est exactement de  $13^d 14^h 3$ , soit moitié de la durée de la révolution draconitique.

dont l'amplitude est

$$m_{sm} = R x_m \sin^2 I \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \quad (1)$$

et une onde mensuelle, d'amplitude

$$m_m = R x_m 2e \left( 1 - \frac{3}{2} \sin^2 I \right) \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \quad (1),$$

$x_m$ , valeur de  $x$  pour la moyenne distance de l'astre;  
 $e$ , excentricité de l'orbite;  $I$ , inclinaison de cette orbite sur l'équateur.

Le Soleil détermine une onde semi-annuelle et une onde annuelle répondant aux mêmes formules.

Il y a plus encore.

Le plan de l'orbite lunaire fait un angle  $i$  d'environ  $5^{\circ}9'$  avec celui de l'orbite terrestre, lui-même incliné de  $23^{\circ}27'$  sur l'équateur. De plus, le nœud ascendant de l'orbite lunaire fait le tour de l'écliptique en 18 ans  $\frac{2}{3}$ . Par suite, dans cet intervalle, comme on le voit aisément, l'inclinaison de cette orbite sur l'équateur terrestre varie entre deux limites respectivement égales à la somme, environ  $29^{\circ}$ , et à la différence,  $18^{\circ}$ , des inclinaisons des deux orbites, lunaire et solaire, sur le plan de l'équateur.

De là résulte, avec des oscillations correspondantes dans les amplitudes maxima des ondes

---

(1) Voir Note II, formules (10).

lunaires précédentes, une nouvelle onde, d'amplitude

$$m_p = \frac{1}{15} R \alpha_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \quad (1),$$

ayant 18 ans  $\frac{2}{3}$  de période et une autre onde, cent fois plus faible, de période moitié moindre.

De leur côté, la précession des équinoxes et la nutation terrestre font aussi varier à la longue, entre 22° et 24°,5, l'inclinaison de l'orbite solaire, ou du plan de l'écliptique, sur l'équateur; il en résulte encore de petites ondes spéciales, mais tout à fait négligeables.

L'étude complète de ces ondes multiples, entreprise tout d'abord par Laplace, a été complétée par Lord Kelvin et Sir Georges Darwin, sous le nom d'*analyse harmonique* (2).

Notre seul but, ici, étant de donner une idée approchée des mouvements périodiques dont le géoïde est le siège, cette analyse détaillée ne ferait que compliquer inutilement et obscurcir la question.

(1) Voir Note-Annexe II, formule (13).

(2) Pour plus de détails à ce sujet, voir G.-H. DARWIN, *Report of a Committee for the harmonic Analysis of tidal observations*. (British Association for the advancement of Science, Southport, 1883); P. HATT, *Notions sur les phénomènes des marées*, 1885, et *Explication élémentaire des marées* (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1904 et 1905).



Traduisant en chiffres, avant d'aller plus loin, et toujours dans l'hypothèse d'une Terre indéformable, les indications précédentes, nous rappellerons simplement les périodes et les amplitudes moyennes des ondes principales, qui sont :

1° Pour la Lune :

*a.* Une onde semi-diurne, de  $12^h 25^m$  de période, dont l'amplitude, nulle aux pôles, atteint  $0^m, 50$  en moyenne à l'équateur et, quand l'astre y passe en même temps, un maximum compris entre  $0^m, 42$ , s'il est à l'apogée, et  $0^m, 59$ , s'il est au périgée de son orbite;

*b.* Une onde diurne de  $24^h 50^m$  de période, nulle aux pôles et à l'équateur, et dont le maximum, à  $45^\circ$  de latitude, quand la Lune atteint sa déclinaison la plus forte ( $28^\circ 45'$ ), oscille entre les mêmes limites d'amplitude que l'onde semi-diurne;

*c.* Une onde bi-hebdomadaire, dont l'amplitude, nulle à  $35^\circ 14'$  de latitude, atteint en moyenne  $0^m, 045$  à l'équateur et  $0^m, 09$  aux pôles, avec des variations de  $\pm \frac{1}{6}$ ;

*d.* Une onde mensuelle, égale, pour les mêmes lieux, à la moitié environ de la précédente;

*e.* Une onde de 18 ans  $\frac{2}{3}$  de période, à peu près égale, pour les mêmes lieux, aux  $\frac{3}{4}$  de la précédente.

2° Pour le Soleil :

*a.* Une onde diurne et une onde semi-diurne d'amplitude égale à  $0, 45$  de celle des ondes lu-

## B. 34

naires correspondantes, soit à  $0^m, 23$  en moyenne, avec des variations de  $\frac{1}{20}$ , en plus ou en moins, suivant que l'astre, passant à l'équateur, est au périégée ou à l'apogée de son orbite;

*b.* Une onde semi-annuelle, dont l'amplitude, nulle à  $35^{\circ} 14'$  de latitude, atteint  $0^m, 02$  à l'équateur et  $0^m, 04$  aux pôles;

*c.* Une onde annuelle, à peu près égale, pour les mêmes lieux, à  $\frac{1}{7}$  de la précédente.

Pour une terre indéformable et au moment des pleines Lunes équinoxiales, la marée totale semi-diurne du géoïde pourrait donc atteindre, à l'équateur,

$$0^m, 50 + 0^m, 23 = 0^m, 73 \text{ en moyenne}$$

et même exceptionnellement

$$0^m, 59 + 0^m, 24 = 0^m, 83.$$

L'élasticité du globe, nous le verrons plus loin (§ III, C, *b*), a pour effet de majorer encore de  $\frac{1}{3}$  les chiffres ci-dessus.

C. *Marées des Océans.* — Tout ce qui vient d'être dit des marées du géoïde s'appliquerait à la surface libre des Océans si l'eau des mers avait une densité nulle, si elle était totalement dépourvue de viscosité, si les continents et les îles n'existaient pas et si la partie solide du globe était elle-même limitée par une surface de niveau.

Ces conditions étant loin d'être réalisées, les marées océaniques constituent un phénomène très complexe, ne suivant que d'assez loin, — du moins pour les ondes rapides (marées diurnes et semi-diurnes) plus troublées par l'inertie de la masse liquide, — les lois qui viennent d'être esquissées pour le géoïde.

Par contre, les ondes lentes (marée de quinzaine, marées mensuelle, semi-annuelle et de précession) sont moins affectées par l'inertie; de plus, elles sont partiellement amorties par les îles et les continents formant obstacles au mouvement. Dès lors elles se rapprochent davantage de leur valeur théorique.

### III. — MARÉES DU GÉOÏDE, MARÉES DE L'ÉCORCE, MARÉES OCÉANIQUES ET MOUVEMENTS DU PENDULE SUR UNE TERRE ÉLASTIQUE.

A. *Relations générales entre les marées effectives et la marée théorique du géoïde.* — Jusqu'ici nous avons regardé la Terre comme un solide indéformable; mais il n'en est rien.

Or, tout changement provoqué dans la surface de niveau d'un corps élastique détermine, dans la surface libre, une altération correspondante, mais atténuée.

Inversement, toute modification de la surface libre se répercute, dans une mesure réduite, sur la surface de niveau.

Dans le premier cas, le coefficient  $k_e$  d'atténuation dépend du degré d'élasticité du solide;

il varie depuis 0 pour un corps d'une rigidité infinie, jusqu'à 1 pour un fluide parfait.

Dans le second cas, le coefficient  $k_c$  de réduction dépend de la constitution interne du corps ou de la répartition des densités; il est de 0,6, pour un corps homogène <sup>(1)</sup>, c'est-à-dire de

<sup>(1)</sup> Tisserand (*Mécanique céleste*, t. II) a donné l'équation de la surface de niveau d'un ellipsoïde homogène de révolution, dont l'aplatissement est  $\alpha$ .

Si  $\alpha$  est assez petit pour que les termes d'un ordre égal ou supérieur à  $\alpha^2$  soient négligeables, l'équation dont il s'agit peut s'écrire

$$(x^2 + y^2) (1 - 0,4 \alpha) + z^2 (1 + 0,8 \alpha) = \text{const.}$$

C'est l'équation d'un ellipsoïde de révolution, dont les deux axes,  $a_1$  et  $b_1$ , sont tels que

$$\frac{1}{a_1^2} = 1 - 0,4 \alpha, \quad \frac{1}{b_1^2} = 1 + 0,8 \alpha;$$

d'où

$$(1') \quad \frac{b_1^2}{a_1^2} = 1 - 1,2 \alpha.$$

$\alpha'$  désignant l'aplatissement, également très petit, de ce deuxième ellipsoïde, on a

$$(2') \quad \frac{b_1^2}{a_1^2} = (1 - \alpha')^2 = 1 - 2 \alpha';$$

égalant (1') et (2'), on en tire

$$\alpha' = 0,6 \alpha;$$

et

$$k_c = \frac{\alpha'}{\alpha} = 0,6.$$

densité, partout, identique ; au contraire,  $k_c$  est nul si la densité, infinie au centre, décroît jusqu'à zéro à la surface.

Dans le cas actuel, nous l'avons vu (§ II, A), les modifications subies par la surface fondamentale de niveau, que nous appelons le *géoïde*, sont toutes de forme ellipsoïdale. D'une manière générale, nous désignerons chacune d'elles par l'aplatissement correspondant, et, comme il est toujours extrêmement faible, nous négligerons, dans les calculs, les termes d'un ordre égal ou supérieur au carré de cet aplatissement. Cela étant, pour traduire les modifications successives de la surface de niveau et de la surface libre du solide terrestre, il suffira d'ajouter à l'aplatissement primitif, correspondant à l'hypothèse de la rigidité absolue, les aplatissements complémentaires relatifs à chacune des déformations subséquentes.

Si, à l'origine, par exemple, le solide, supposé formé de couches homogènes concentriques, est une sphère, les surfaces de niveau et, en particulier, le *géoïde* seront également des sphères, ou, ce qui revient au même, des ellipsoïdes d'aplatissement nul.

Supposons maintenant qu'intervienne une action perturbatrice susceptible de produire sur la surface de niveau, dans l'hypothèse de l'absolue rigidité, une déformation ellipsoïdale d'aplatissement  $\alpha$  : la Terre n'étant pas rigide, on constatera, dans la surface libre, une déformation  $k_e \alpha$  correspondant à l'élasticité moyenne effective du solide.

A son tour, cette déformation provoquera, dans la surface de niveau, un aplatissement complémentaire  $k_c k_e \alpha$ .

Celui-ci, de nouveau, déterminera, dans la surface libre, un surcroît  $k_c k_e^2 \alpha$  d'aplatissement, lequel entraînera de même une augmentation complémentaire  $k_e^2 k_c^2 \alpha$  dans l'aplatissement de la surface de niveau et ainsi de suite, chaque modification dans l'une des surfaces ayant sa répercussion sur l'autre.

Finalement, les deux surfaces présenteront les aplatissements totaux,  $\alpha_g$  et  $\alpha_e$  ci-après, dont chacun est la somme des termes d'une progression géométrique décroissante, de raison  $k_c k_e$ , savoir :

1° Surface de niveau ou *géoïde* :

$$(1) \quad \alpha_g = \alpha + k_c k_e \alpha + k_c^2 k_e^2 \alpha + \dots = \frac{\alpha}{1 - k_c k_e}.$$

2° Surface libre :

$$(2) \quad \alpha_e = k_e \alpha + k_c k_e^2 \alpha + k_c^2 k_e^3 \alpha + \dots = k_e \alpha_g.$$

Si, au lieu d'être des sphères, le solide en question et sa surface de niveau étaient primitivement des ellipsoïdes, ceux-ci se modifieraient simplement à raison des déformations ellipsoïdales  $\alpha_g$  et  $\alpha_e$ .

Si donc  $\alpha$  mesure la grandeur théorique initiale d'une marée de la surface de niveau,  $\alpha_g$  représentera la marée correspondante du géoïde, tandis que  $\alpha_e$  figurera la marée de l'écorce.

## B.39

La surface des océans ayant naturellement tendance à se confondre avec une surface de niveau, la différence

$$m = \alpha_g - \alpha_e = (1 - k_e) \alpha_g$$

des deux aplatissements donnera la mesure des marées océaniques, ou tout au moins des marées assez lentes pour n'être pas troublées par l'inertie de la masse liquide.

Cette différence a pour expression

$$(3) \quad m = \frac{1 - k_c}{1 - k_c k_e} \alpha.$$

Pour pouvoir déterminer les valeurs des deux modules  $k_c$  et  $k_e$ , il suffirait, à la rigueur, de savoir les effets produits sur le globe terrestre par deux forces perturbatrices de grandeur connue; mais on dispose actuellement d'un plus grand nombre de faits d'observation.

Tout d'abord, l'aplatissement pris, par le géoïde, sous l'action de la force centrifuge, permet d'obtenir immédiatement la valeur de  $k_c$ .

D'un autre côté, la déformation de ce même géoïde, liée aux petits mouvements du pôle terrestre et à la variation corrélatrice des latitudes géographiques, puis la grandeur des marées de quinzaine et des marées mensuelles, enfin les mouvements du pendule sous l'action perturbatrice de la Lune et du Soleil, donnent autant de moyens de calculer  $k_e$ .

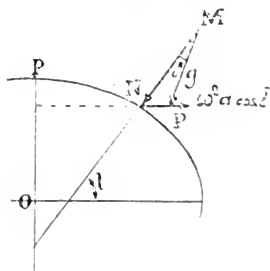
Nous allons successivement les passer en revue.

*B. Relation entre l'aplatissement de la Terre et la constitution du globe.* — Sur une Terre sphérique, absolument rigide et formée de couches homogènes concentriques, la force centrifuge, née de la rotation diurne, déformant la surface fondamentale de niveau, ou le *géôïde*, originellement sphérique lui aussi, l'aurait transformé en un ellipsoïde aplati de

$$\alpha_0 = \frac{1}{578} \quad (1).$$

(1) *Calcul de l'aplatissement déterminé dans le géôïde par la force centrifuge, la Terre étant supposée indéformable.*

Fig. 4.



Soient (*fig. 4*) :

$\omega$ , la vitesse angulaire de rotation diurne du globe



Or, d'après les plus récentes mesures géodésiques, l'aplatissement effectif serait

$$z_1 = \frac{1}{297}.$$

Cet aplatissement a dû être simultanément

terrestre,

$$\omega = \frac{2\pi}{86104 \text{ secondes}};$$

$a$ , le rayon équatorial = 6378000<sup>m</sup>;

$g$ , l'accélération moyenne de la pesanteur = 9<sup>m</sup>,81.

L'accélération de la force centrifuge à l'équateur est

$$\omega^2 a = 0^m,384$$

et à la latitude  $l$

$$\omega^2 a \cos l.$$

Se combinant, en ce point, avec l'accélération centripète, elle a pour résultante la pesanteur  $g$ , dont la direction fait, avec celle de la force centripète, un petit angle  $\delta$  satisfaisant à la relation

$$\frac{\sin \delta}{\omega^2 a \cos l} = \frac{\sin l}{g},$$

qui se déduit immédiatement de la considération du triangle NMP.  $\delta$  étant très petit, on tire de cette relation

$$\delta = \frac{\omega^2 a}{2g} \sin 2l.$$

Pour

$$l = 45^\circ$$

réalisé par l'écorce et par le géoïde, lorsque la Terre était encore fluide.

Le module élastique  $k_e$  étant alors égal à 1, on devait, d'après les formules (1) et (2), avoir

$$(4) \quad \alpha_e = \alpha_g = \alpha_1 = \frac{1}{1 - k_c} \alpha_0 \quad (1),$$

$\delta$  atteint son maximum :

$$\frac{\omega^2 a}{2g} = 6', \quad \text{ou} \quad \frac{1}{578} \text{ en parties du rayon.}$$

Comme on l'a vu précédemment (note 1, page 25), cette déviation maxima est égale à l'aplatissement  $\alpha_0$  de l'ellipsoïde que, dans notre hypothèse, serait devenue la surface de niveau; autrement dit,

$$\alpha_0 = \frac{\omega^2 a}{2g} = \frac{1}{578}. \quad \text{C. Q. F. D.}$$

(1) Si, en même temps, la Terre avait eu partout la même densité,  $k_c$ , comme on l'a vu (note 1, page 36), eût été égal à 0,6, et dès lors on aurait eu :

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 - 0,6} \times \frac{1}{578} = \frac{1}{231}.$$

Ainsi, pour les deux cas extrêmes, celui d'une Terre sphérique absolument rigide et celui d'une Terre fluide homogène, on retrouve les deux aplatissements limites

$$\frac{1}{231} \quad \text{et} \quad \frac{1}{578},$$

respectivement obtenus par Clairaut, dès 1739, pour

ce qui suppose

$$k_c = 0,486.$$

La constitution du globe a sans doute peu changé depuis cette époque et le coefficient ci-dessus doit encore être exact aujourd'hui (1).

le cas d'un globe liquide et pour celui où la masse de la Terre eût été tout entière condensée au centre, hypothèse qui, pour la forme des surfaces de niveau, équivaut à celle d'une Terre sphérique absolument rigide.

(1) Soient :

$M$ , la masse de la Terre ;

$I_0$ , son moment d'inertie par rapport à la ligne des pôles ;

$E$ , l'énergie totale, ou la force vive provenant de la rotation diurne. On a

$$E = \frac{1}{2} \omega^2 I_0 \quad \text{et} \quad I_0 = \frac{2}{5} M a^2 ;$$

d'où

$$E = \frac{1}{5} M \omega^2 a^2.$$

D'autre part, la pesanteur  $g_a$  à l'équateur a pour expression

$$g_a = \frac{\gamma}{a^2},$$

$\gamma$  étant la constante de l'attraction universelle.

$g$  étant peu différent de  $g_a$ , on peut finalement écrire

$$(3') \quad x_0 = \frac{\omega^2 a}{2g} = \frac{5}{2} \frac{E}{\gamma M} a.$$

Si l'on admet que l'énergie totale  $E$  emmagasinée

Portons cette valeur dans les expressions (1), (2) et (3) de  $x_g$ ,  $x_e$  et  $m$ ; elles donnent :

$$(5) \left\{ \begin{array}{l} \text{Marée du géoïde :} \\ x_g = \frac{1}{1 - 0,486 k_e} x; \\ \text{Marée de l'écorce :} \\ x_e = \frac{k_e}{1 - 0,486 k_e} x = k_e x_g, \\ \text{Marée océanique :} \\ m = \frac{1 - k_e}{1 - 0,486 k_e} x = (1 - k_e) x_g. \end{array} \right.$$

Si la Terre était fluide, on aurait en outre

$$k_e = 1$$

et les expressions ci-dessus se réduiraient à

$$x_e = x_g = 1,94 x, \quad \text{avec} \quad m = 0.$$

Les marées de l'écorce atteindraient à peu près le double des marées théoriques; mais, comme on le sait déjà, les marées océaniques et

---

dans le globe n'a pas dû sensiblement diminuer, non plus que le volume de la Terre et le rayon équatorial  $a$ , depuis le début de la formation d'une croûte solide, il résulte de la formule (3') que l'aplatissement  $\alpha_0$ , lui aussi, a dû rester constant ou à peu près.

les mouvements relatifs de la verticale seraient nuls.

C. — *Détermination du module élastique  $k_e$ .*

a. *Par le mouvement des pôles.* — Si la Terre, avons-nous dit, était absolument rigide, la période de ce mouvement serait

$$\tau_0 = 305 \text{ jours sidéraux.}$$

En réalité, le globe étant élastique, cette période  $\tau$  varie entre 427 et 442 jours.

Newcomb a montré que, dans ce cas, les marées  $\alpha_g$  du géoïde sont amplifiées. Cette amplification  $\frac{\alpha_g}{\alpha}$  et celle  $\frac{\alpha_1}{\alpha_0}$ , précédemment constatée à propos de la force centrifuge (note 1, page 40), seraient liées entre elles par une relation qui peut s'écrire ainsi :

$$\left(\frac{\alpha_g}{\alpha} - 1\right) : \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_0} - 1\right) = 1 - \frac{\tau_0}{\tau}.$$

Mais, des formules (1), (3) et (4), on tire aussi

$$\left(\frac{\alpha_g}{\alpha} - 1\right) : \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_0} - 1\right) = 1 - \frac{m}{a};$$

ce qui suppose

$$\frac{m}{a} = \frac{\tau_0}{\tau} = \frac{305^j}{427 \text{ à } 442} = 0,71 \text{ à } 0,69,$$

d'où l'on déduit, par les formules (5),

$$k_e = 0,437 \text{ à } 0,465,$$

et finalement

$$\begin{cases} x_g = 1,27x \text{ à } 1,29x & (1), \\ x_e = 0,55x \text{ à } 0,60x, \\ m = 0,71x \text{ à } 0,69x. \end{cases}$$

Ainsi, du fait de l'élasticité de la Terre, les marées effectives du géoïde excéderaient d'un peu plus de  $\frac{1}{4}$  les marées théoriques correspondantes, tandis que les marées de l'écorce et les marées océaniques en seraient respectivement les  $\frac{6}{10}$  et les  $\frac{7}{10}$ .

*b. Détermination du module élastique  $k_e$  par les marées océaniques.* — Dès 1881, avons-nous dit, sir G.-H. Darwin, ayant réuni 33 années d'observation de la marée de quinzaine et de la marée mensuelle, pour divers ports des Indes, avait trouvé leur amplitude moyenne égale aux  $\frac{2}{3}$  seulement de celle des marées théoriques

---

(1) Adoptant pour la période  $\tau$  le chiffre de 427 jours. S.-S. Hough (*Phil. Trans. : op. cit.*) et G. Herglotz (*Zeitsch. für Math. und. Phys. : op. cit.*) en avaient tiré, pour le rapport  $\frac{x_g}{x}$ , une valeur

$$\frac{x_g}{x} = 1 + \frac{1}{15} = 1,266.$$

correspondantes. En fait, les rapports étaient :

$$\text{Pour la marée de quinzaine... } \frac{m}{\alpha} = 0,675$$

$$\text{Pour la marée mensuelle..... } \frac{m}{\alpha} = 0,68$$

Les valeurs correspondantes de  $k_e$ , tirées de la dernière des formules (5), sont :

$$k_e = \frac{1 - \frac{m}{\alpha}}{1 - 0,486 \frac{m}{\alpha}} = \begin{cases} 0,484 & \left\{ \begin{array}{l} \text{marée} \\ \text{de quinzaine.} \end{array} \right. \\ 0,479 & \left\{ \begin{array}{l} \text{marée} \\ \text{mensuelle.} \end{array} \right. \end{cases}$$

Plus récemment, ayant rassemblé 194 observations de marées océaniques de quinzaine et de marées mensuelles pour un ensemble de ports situés aux Indes, en Arabie, en France, en Angleterre et en Norvège, Schweydar <sup>(1)</sup> en

<sup>(1)</sup> W. SCHWEYDAR, *Ein Beitrag zur Bestimmung, etc. : op. cit.* Les observations utilisées se réfèrent aux périodes et aux ports ci-après, dont les latitudes s'échelonnent entre 6° 2' N et 70° 20' N, savoir :

Galle (1884-1890), Colombo (1884-1890), Minicoy (1891-93), Trincomalee (1890-92), Tuticorin (1888-1892), Pamban (1878-82), Cochin (1886-92), Port-Blair (1890-91, 1900-02), Madras (1880-90, 1900-02), Mergui (1889-93), Karwar (1878-83), Mormugao (1884-89), Vizagapatam (1879-85), Bombay Apollo Badow (1878-92 et 1900-02) et Prince's Dock

a déduit, pour le même rapport  $\frac{m}{\alpha}$ , les valeurs suivantes :

$$\frac{m}{\alpha} = 0,66, \text{ avec les marées de quinzaine,}$$

$$\frac{m}{\alpha} = 0,64, \text{ avec les marées mensuelles.}$$

Les valeurs correspondantes de  $k_e$  sont :

$$k_e = 0,50 \text{ (marées de quinzaine),}$$

$$k_e = 0,52 \text{ (marées mensuelles).}$$

Des formules (5) on tire

$$\begin{cases} \alpha_g = 1,32 \text{ (ou } 1,34) \alpha, \\ \alpha_c = 0,66 \text{ (ou } 0,69) \alpha, \\ m = 0,66 \text{ (ou } 0,64) \alpha. \end{cases}$$

---

(1888-92, 1901-03), Portbandar (1900-01), Kurra-  
chee (1868-71, 75-78, 79-92), False-Point (1881-85).  
Okha-Point (1874-75), Perim (1900-02), Aden  
(1879-92 et 1900-02), Hong-Kong (1889), Swatow  
(1897-98), Maurice (1838-39), dans les océans Pa-  
cifique et Indien; Le Socoa, Fort-Bayard, La Ro-  
chelle, Saint-Nazaire, Brest, Saint-Servan, Cher-  
bourg (1875), Panobscot Bay (1870-75), Ramsgate  
(1864), Liverpool (1857-67), West Hartlepool (1858-  
1861), Oscarsborg (1877-78 et 1884-85), Christiania  
(1888-1889 et 1892-93), Arendal (1888-89), Stavanger  
(1899-1901), Bergen (1884-85 et 93-94), Bodö (1896-  
97 et 1900-01), Fincide (1896-98), Kabelwaag (1884-  
85) et Vardö (1881-82 et 91-92), dans l'océan Atlantique.



Ainsi, les marées océaniques et les marées de l'écorce seraient égales; elles atteindraient environ les  $\frac{2}{3}$  des marées théoriques correspondantes  $\alpha$  du géoïde et la moitié de ses marées effectives  $\alpha_g$ .

Autrement dit, les marées de l'écorce auraient une amplitude égale au tiers de ce qu'elle serait si la Terre avait la consistance d'un liquide, leur amplitude, en ce dernier cas, étant, comme on l'a vu (§ B), à peu près double de l'amplitude théorique.

*c. Détermination du module élastique  $k_e$  par les mouvements relatifs du pendule.* — En discutant l'ensemble des observations du pendule horizontal faites à Strasbourg (de Rebeur et Ehlert, 1892-96), à Nikolajew (Kortazzi, 1894-95) et à Heidelberg (Schweydar, 1901-02) <sup>(1)</sup>, Schweydar a trouvé que la déviation observée

---

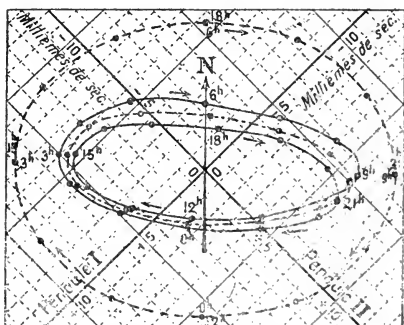
(1) Les mesures analogues, faites par de Rebeur à Wilhelmshaven et à Puerto Orotava (île de Ténériffe), ont été laissées de côté, comme étant viciées par le voisinage de la mer. Les observations du même observateur, à Potsdam, ont été aussi écartées, pour cause de lacunes, et parce que, de plus, les déviations diurnes de la verticale, liées au gonflement des couches superficielles du sol sous le rayonnement solaire, atteignaient jusqu'à 0",5, soit 50 fois l'amplitude (environ 0",01) de la déviation lunaire. L'élimination de cette influence perturbatrice, dans les moyennes, fût alors, en effet, devenue par trop incertaine.

atteignait, en moyenne, les  $\frac{2}{3}$  de la déviation théorique correspondante; autrement dit que

$$\frac{m}{\alpha} = 0,67,$$

chiffre peu différent de celui tiré des marées océaniques.

Fig. 5.



Moyen mouvement journalier de la pointe d'un pendule à Potsdam sous l'action de la Lune.  
(1<sup>re</sup> Période : décembre 1902-mai 1905.)

— Mouvement observé. -.-.- Onde semi-diurne observée. --- Onde semi-diurne théorique.

Dans le précédent *Annuaire* <sup>(1)</sup>, j'ai décrit, avec quelques détails, les récentes expériences de même nature, effectuées à Potsdam, de 1902

(<sup>1</sup>) *Mouvements et déformations : op. cit.*

à 1907, par le professeur Hecker, au moyen de deux pendules horizontaux en croix, du système de Rebeur, installés à 25<sup>m</sup> de profondeur, dans un puits où l'action perturbatrice du rayonnement solaire se trouvait réduite à  $\frac{1}{7}$  de sa grandeur à la surface. Trois séries de mesures ont été ainsi faites, embrassant, l'une 29 mois, la seconde 23 mois et la troisième 22 mois <sup>(1)</sup>.

Possédant les deux composantes du mouvement de la pointe du pendule, on a pu en tracer la courbe et séparer les diverses ondes respectivement produites par la Lune et par le Soleil.

Les figures 5 et 6 reproduisent celles de ces ondes qui répondent au moyen mouvement journalier du pendule sous l'influence de la Lune, séparément dans la première et dans la seconde série d'expériences <sup>(2)</sup>.

Sur les mêmes diagrammes, j'ai tracé l'ellipse correspondant à l'onde lunaire moyenne, semi-

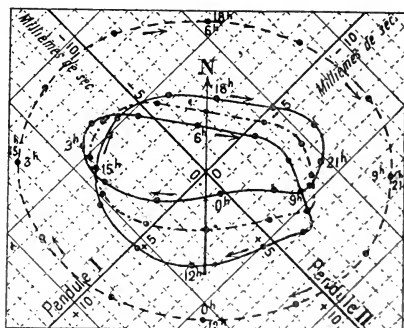
(<sup>1</sup>) Pour cette troisième série (juillet 1907 à mai 1909) voir *Ueber die Deformation des Erdkörpers unter dem Einfluss des Mondes*, par O.-HECKER (*Association géodésique internationale, Conférence de Londres, 1909*).

(<sup>2</sup>) Comme il est indiqué (Note-Annexe III), l'onde diurne eût dû s'éliminer entièrement dans le calcul du moyen mouvement journalier et la courbe obtenue aurait dû se réduire à la seule ellipse moyenne semi-diurne. L'existence de deux boucles dans les courbes en question montre que l'élimination de l'onde diurne n'a pas été tout à fait complète, à cause des erreurs et de l'insuffisante durée des observations.

diurne, calculée pour la latitude de Potsdam ( $52^{\circ}23'$ ) et pour une Terre indéformable.

Les demi-axes  $a_{sd}$  et  $b_{sd}$  de cette ellipse théorique, dont le second est orienté Nord-Sud, ont

Fig. 6.



Moyen mouvement journalier de la pointe d'un pendule à Potsdam, sous l'action de la Lune.

(2<sup>me</sup> Période : août 1905-juillet 1907.)

— Mouvement observé. -.-.- Onde semi-diurne observée. - - - Onde semi-diurne théorique.

pour grandeurs moyennes <sup>(1)</sup>

$$\begin{cases} A_{sd} = 0,92 \alpha_m \cos l, \\ B_{sd} = 0,46 \alpha_m \sin 2l. \end{cases}$$

(<sup>1</sup>) Voir Note-Annexe III, formules (8).

## B.53

$\alpha_m$ , force perturbatrice, ou déviation maxima de la verticale par la Lune à sa moyenne distance;  
 $l$ , latitude de la station.

Si, dans ces formules, on fait

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_m = 18'' \quad (\gamma = 0'',001), \\ \text{et} \quad l = 52^\circ 23', \end{array} \right.$$

on obtient

$$\left\{ \begin{array}{l} A_{sd} = 10'',1, \\ B_{sd} = 8''. \end{array} \right.$$

D'autre part, les ellipses se rapprochant le plus des deux courbes moyennes fournies par l'observation ont leurs axes orientés comme ceux de l'onde théorique.

Les déviations maxima et minima correspondantes,  $a'_{sd}$  et  $b'_{sd}$ , ont respectivement les grandeurs ci-après :

| Déviations absolues observées. |                 | 1 <sup>re</sup> série. | 2 <sup>e</sup> série. | 3 <sup>e</sup> série. |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Sens Est-Ouest :               | $a'_{sd} \dots$ | $\pm 7'',7$            | $\pm 6'',3$           | $\pm 6'',1$           |
| Sens Nord-Sud :                | $b'_{sd} \dots$ | $\pm 3'',0$            | $\pm 3'',4$           | $\pm 3'',7$           |

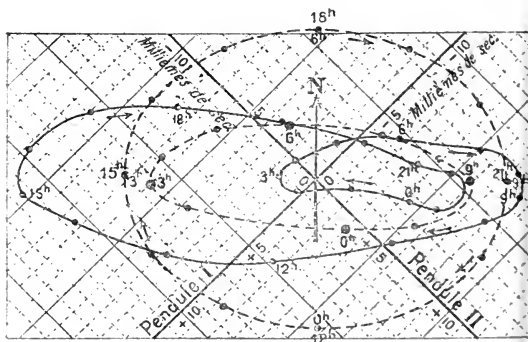
Si l'on compare ces déviations effectives avec les déviations théoriques correspondantes, précédemment calculées, on obtient les valeurs suivantes pour le rapport  $\frac{m}{\alpha}$  :

# B.54

| Déviations relatives.                     | 1 <sup>re</sup> série. | 2 <sup>e</sup> série. | 3 <sup>e</sup> série. | Moyennes. |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| Sens Est-Ouest : $\frac{m_a}{\alpha}$ . . | 0,76                   | 0,62                  | 0,60                  | 0,66      |
| Sens Nord-Sud $\frac{m_b}{\alpha}$ . .    | 0,38                   | 0,43                  | 0,46                  | 0,43      |
| Moyennes : $\frac{m}{\alpha}$ . .         | 0,57                   | 0,53                  | 0,53                  | 0,55      |

Pour le sens perpendiculaire au méridien, les valeurs trouvées se rapprochent singulièrement

Fig. 7.



Moyen mouvement journalier de la pointe d'un pendule à Potsdam (décembre 1902-mai 1905) sous l'action de la Lune et pour de *fortes déclinaisons australes* (de  $-12^\circ$  à  $-19^\circ$ ).

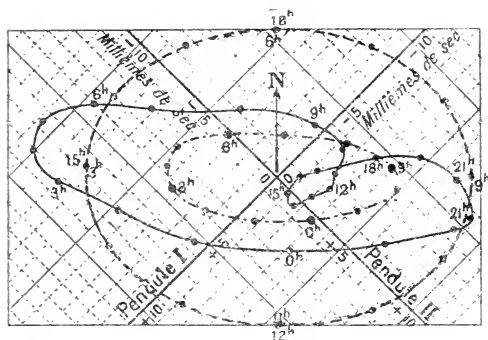
— Mouvement observé. -.-.- Onde semi-diurne observée. - - - Onde semi-diurne théorique correspondante.

de celles antérieurement obtenues par les autres méthodes et toutes comprises entre 0,64 et 0,71.

Par contre, dans le sens Nord-Sud, la réduction d'amplitude varie de  $\frac{1}{2}$  à  $\frac{3}{4}$  de ce qu'elle est pour le sens Est-Ouest.

C'est là une grave anomalie.

Fig. 8.



Moyen mouvement journalier de la pointe d'un pendule à Potsdam (décembre 1902-mai 1905), sous l'action de la Lune et pour de fortes déclinaisons boréales (de  $+12^\circ$  à  $+19^\circ$ ).

— Mouvement observé. -.-.- Onde semi-diurne observée. --- Onde semi-diurne théorique correspondante.

Elle se retrouve, plus frappante encore, dans les courbes spéciales obtenues par le professeur Hecker, séparément pour les périodes de forte

déclinaison de la Lune, au nord et au sud de l'équateur. Les figures 7 et 8 reproduisent, à cet égard, les diagrammes déjà donnés l'année dernière pour les déclinaisons moyennes  $+16^{\circ}15'$  et  $-16^{\circ}20'$  <sup>(1)</sup>. J'y ai ajouté la courbe du moyen mouvement semi-diurne observé et la même courbe théorique calculée dans l'hypothèse d'une Terre indéformable.

Les demi-axes de cette dernière ellipse s'obtiennent en remplaçant, dans les expressions <sup>(2)</sup>,

$$\begin{cases} a_{sd} = x \cos l \cos^2 D, \\ b_{sd} = \frac{x}{2} \sin 2l \cos^2 D, \end{cases}$$

$x$  par  $x_m$ ,  $l$  par  $52^{\circ}23'$ , et  $D$  par sa valeur moyenne, égale à  $\pm 16^{\circ}15'$  dans le cas actuel.

Or

$$\cos^2 16^{\circ}15' = 0,92.$$

On a donc

$$\begin{cases} \text{Demi-axe Est-Ouest... } a_{sd} = 10^9,1 \\ \text{Demi-axe Nord-Sud... } b_{sd} = 8^9 \end{cases}$$

comme pour l'onde moyenne semi-diurne.

D'autre part, comme on peut le voir sur les figures, les ondes elliptiques semi-diurnes ob-

<sup>(1)</sup> *Mouvements et déformations, etc.: op. cit.*, pages B.26 et 27.

<sup>(2)</sup> Voir Note-Annexe III. formules (3).



## B.57

servées ont respectivement pour demi-axes :

| Déviations absolues<br>observées. | Lune                           |                                 |
|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|                                   | au-dessus<br>de<br>l'équateur. | au-dessous<br>de<br>l'équateur. |
| Sens Est-Ouest : $a_{sd}'''$ .    | $\pm 8^{\circ}, 45$            | $\pm 6^{\circ}, 2$              |
| Sens Nord-Sud : $b_{sd}'''$ .     | $\pm 2^{\circ}, 75$            | $\pm 2^{\circ}, 3$              |

Dès lors, entre les déviations observées et les déviations théoriques correspondantes, on a les rapports ci-après :

| Déviations relatives.                       | Lune                                    |  | Moyennes. |
|---|---|--|-----------|
|   | au-<br>dessus<br>de<br>l'équa-<br>teur. | au-<br>dessous<br>de<br>l'équa-<br>teur. |           |
| Sens Est-Ouest : $\frac{m_a}{\alpha} \dots$ | 0,84                                    | 0,62                                     | 0,73      |
| Sens Nord-Sud : $\frac{m_b}{\alpha} \dots$  | 0,34                                    | 0,29                                     | 0,32      |
| Moyennes . . . . .                          | 0,59                                    | 0,46                                     | 0,53      |

A part quelques-uns, ces rapports ne s'écartent pas sensiblement de ceux relatifs au moyen mouvement ; toutefois la réduction d'amplitude, dans le sens Nord-Sud, est ici plus du double de celle observée dans le sens Est-Ouest ; mais, chose digne de remarque, la moyenne générale

$$\frac{m}{\alpha} = 0,53$$

est à peu près la même que dans le premier cas (0,55).

Les observations faites par Hecker sur l'action du Soleil conduisent à des résultats analogues.

En effet, tout au moins pour le pendule I, orienté Nord-Est-Sud-Ouest, on a constaté l'existence d'une oscillation solaire semi-diurne, ayant  $5^{\circ}$  d'amplitude moyenne, alors que l'oscillation théorique correspondante, pour une Terre indéformable, aurait  $8^{\circ},2$  d'amplitude <sup>(1)</sup>. La réduction est donc ici

$$\frac{m}{\alpha} = \frac{5^{\circ}}{8^{\circ},2} = 0,61.$$

(<sup>1</sup>) Soient, en effet,  $A'_{sd}$ ,  $B'_{sd}$  les axes, dirigés Est-Ouest et Nord-Sud, de l'onde solaire elliptique semi-diurne, pour une Terre indéformable.

La demi-amplitude  $r$  de l'oscillation rectiligne correspondant à un azimut  $A$  est donnée par la formule connue

$$(1') \quad r^2 \left( \frac{\sin^2 A}{A'^2_{sd}} + \frac{\cos^2 A}{B'^2_{sd}} \right) = 1.$$

D'autre part, on a

$$\left\{ \begin{array}{l} A'_{sd} = \frac{\alpha'_m}{\alpha_m} A_{sd} = 0,45 \times 10^{\circ},1 = 4^{\circ},5, \\ B'_{sd} = \frac{\alpha'_m}{\alpha_m} B_{sd} = 0,45 \times 8^{\circ} = 3^{\circ},5. \end{array} \right.$$

Portant ces valeurs dans l'équation (1'), avec  $A = 45^{\circ}$ , on en tire

$$r = \pm 4^{\circ},1.$$

D. *Facteur moyen de réduction des marées et des mouvements de la verticale.* — Le Tableau ci-après résume les valeurs successivement obtenues pour le rapport  $\frac{m}{\alpha}$ .

| Mode de détermination. |  | Déviations<br>ou<br>marées relatives. |
|------------------------|--|---------------------------------------|
| 1°                     | Variation des latitudes.....                   | 0,69 à 0,71                           |
| 2°                     | Marées { de quinzaine.....                     | 0,66 et 0,675                         |
|                        | { mensuelle.....                               | 0,64 et 0,68                          |
| 3°                     | Mouvements du pendule.....                     | 0,67                                  |
| 4°                     | Mouvements<br>de la<br>verticale<br>à Potsdam. | Onde lunaire { Sens E.-O... 0,66      |
|                        |  | moyenne { Sens N.-S... 0,43           |
|                        |  | semi-diurne. {                        |
|                        |  | Onde solaire { Sens NE-SO 0,61        |
|                        |  | moyenne {                             |
|                        |  | semi-diurne. }                        |

A l'exception de l'avant-dernière, toutes ces valeurs offrent entre elles une remarquable concordance. Dès lors, on semble en droit d'admettre que les marées lentes de l'Océan et les mouvements relatifs de la verticale atteignent sensiblement les  $\frac{2}{3}$  de ce qu'ils seraient sur une Terre absolument rigide.

Cela étant, d'après ce que nous avons vu (§ III, B, *b*), l'écorce, elle aussi, subirait des marées égales aux marées océaniques effectives, supposées dégagées de tout effet d'inertie ou de viscosité.

Enfin, le géoïde lui-même présenterait de véritables marées, d'une amplitude égale à la

somme des amplitudes des marées terrestres et océaniques, c'est-à-dire double de chacune d'elles.

E. *Amplitude moyenne des diverses marées du géoïde et des marées de l'écorce.* — Le Tableau ci-après donne, dans la précédente hypothèse, l'importance approximative des principales ondes, pour divers lieux de la Terre <sup>(1)</sup> :

| Nature et périodes<br>des ondes. |  | Amplitudes moyennes.              |               |   |                            |               |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|---------------|---|----------------------------|---------------|
|                                  |  | Marées<br>théoriques<br>du géoïde |               | Marées océaniques<br>et marées<br>de l'écorce |                            |               |
|                                  |  | à<br>l'équa-<br>teur.             | aux<br>pôles. | à<br>l'équa-<br>teur.                         | à 45°<br>de lati-<br>tude. | aux<br>pôles. |
|                                  |  | cm                                | cm            | cm  | cm                         | cm            |
| Ondes<br>lunaires                | semi-diurne . . . .                          | 50                                | 0             | 3,1   | 17                         | 0             |
|                                  | diurne . . . . .                             | 0                                 | 0             | 0   | 0                          | 0             |
|                                  | semi-mensuelle . .                           | 1,5                               | 9             | 3   | 1,5                        | 6             |
|                                  | mensuelle . . . . .                          | 2,3                               | 4,5           | 1,5   | 0,8                        | 3             |
|                                  | de 18 <sup>ans</sup> $\frac{2}{3}$ . . . . . | 1,8                               | 3,5           | 1,2   | 0,6                        | 2,5           |
| Ondes<br>solaires                | semi-diurne . . . .                          | 23                                | 0             | 15  | 7,5                        | 0             |
|                                  | diurne . . . . .                             | 0                                 | 0             | 0   | 0                          | 0             |
|                                  | semi-annuelle . . .                          | 2                                 | 4             | 1,3   | 0,6                        | 2,7           |

Du fait de l'excentricité des orbites lunaire et terrestre, l'amplitude des ondes lunaires peut varier de  $\frac{1}{6}$  en plus ou en moins et celle des ondes solaires de  $\pm \frac{1}{20}$ .

(1) Voir, Note-Annexe II, le calcul de ces ondes.

#### IV. — RELATION ENTRE LE COEFFICIENT MOYEN DE RIGIDITÉ DU GLOBE ET LE FACTEUR DE RÉDUCTION DES MOUVEMENTS DE LA VERTICALE ET DES MARÉES.

Supposant la Terre incompressible (c'est-à-dire de volume invariable), élastique et constituée suivant la loi de Roche-Wiechert, Schweydar <sup>(1)</sup>, par un calcul très complexe, inspiré de ceux de Lord Kelvin et de Sir G.-H. Darwin sur le même sujet, a déterminé la relation qui doit exister entre le facteur  $\frac{m}{\alpha}$  de réduction des marées, d'une part, et le coefficient moyen de rigidité du globe <sup>(2)</sup>, d'autre part.

---

<sup>(1)</sup> *Op. cit.*

<sup>(2)</sup> Le coefficient  $\rho$  de rigidité est donné, par la relation suivante,

$$\rho = \frac{0,49}{1 + \sigma} \times \frac{K}{1000},$$

où K désigne le coefficient d'allongement longitudinal et  $\sigma$  le module de contraction transversale, visés dans la Note du présent Annuaire « *Sur l'élasticité des solides* ».

D'après cette Note,  $\sigma$  serait généralement compris entre 0,25 (métaux recuits et verre) et 0,40 (métaux écrouis et trempés); mais, le plus souvent, il serait de 0,30.

En employant les notations précédentes, la formule

J'ai traduit graphiquement cette relation dans le diagramme ci-contre (fig. 9).

obtenue par Schweydar peut s'écrire

$$\frac{m}{\alpha} = \frac{1,726 \rho + \rho^2}{1,924 + 5,424 \cdot \rho + \rho^2};$$

d'où l'on tire

$$\rho = \frac{1}{1 - \frac{m}{\alpha}} \left[ \left( 2,71 \frac{m}{\alpha} - 0,86 \right) + \sqrt{\left( 2,71 \frac{m}{\alpha} - 0,86 \right)^2 + 1,92 \frac{m}{\alpha} \left( 1 - \frac{m}{\alpha} \right)} \right];$$

ce qui permet d'obtenir  $\rho$  connaissant  $\frac{m}{\alpha}$ , ou inversement.

Par exemple, à la rigidité du verre,

$$\rho = 2,6$$

correspond

$$\frac{m}{\alpha} = \frac{1}{2}.$$

D'après les relations (5), on a sensiblement

$$k_e = \frac{2}{3}, \quad \alpha_g = \frac{3}{2} \alpha, \quad \alpha_e = \frac{2}{3} \alpha_g = \alpha.$$

Si, au contraire, le globe était entièrement fluide, le module  $k_e$  d'élasticité étant alors égal à 1, les relations (5) donneraient, comme on l'a vu (§ III, B),

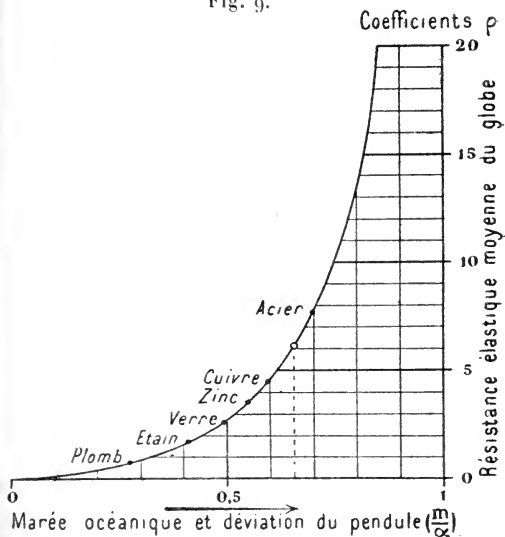
$$\alpha_e = \alpha_g = 2 \alpha \text{ (environ).}$$

Ainsi, dans le premier cas, comme l'avait supposé Lord Kelvin il y a 30 ans, les marées de l'écorce seraient deux fois moins grandes que dans le second.

## B. 63

A la valeur  $\frac{2}{3}$ , précédemment admise comme étant la grandeur la plus probable du rap-

Fig. 9.



Relation entre le coefficient de rigidité du globe et le facteur de réduction des marées océaniques et des mouvements de la verticale.

port  $\frac{m}{\alpha}$ , correspond, d'après ce diagramme, une résistance élastique

$$\rho = 6,3$$

## B.64

plus grande que celle du cuivre

$$\rho = 4,7$$

et à peu près égale aux  $\frac{5}{6}$  de celle de l'acier  
 $\rho = 7,7$ , ce qui confirme pleinement la géniale  
intuition de Lord Kelvin, en 1877.

---



## NOTES-ANNEXES.

I. — CALCUL DE LA FORCE PERTURBATRICE NÉE  
D'UN ASTRE DONNÉ. — DÉVIATION CORRESPON-  
DANTE DE LA VERTICALE <sup>(1)</sup>.

Soient (fig. 10) :

$M$ , la masse de l'astre  $S$ , rapportée à celle de la Terre prise comme unité;

$d$  et  $d'$ , les distances de  $S$  au centre  $C$  de la Terre et au lieu  $N$ , exprimées en rayons terrestres;

$z'$  et  $z$ , les distances zénithales de l'astre, pour la station  $N$  et le centre  $C$  :

$g$ , la pesanteur en  $N$ ;

$f'$  et  $f''$ , les attractions respectivement exercées par la Lune, sur l'unité de masse, en  $C$  et en  $N$ ;

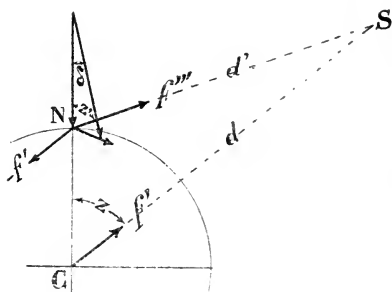
$F_v$  et  $F_h$ , les composantes, verticale et horizontale, de la force perturbatrice en  $N$ , résultante de  $f''$  et de  $-f'$ ;

---

(<sup>1</sup>) Ce calcul a été fait, pour la première fois, par Peters (*Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg*, t. III, 1841, et *Astronomische Nachrichten*, n° 507, 1845).

$\delta$ , la déviation imprimée à la verticale en N par la force perturbatrice.

Fig. 10.



D'après les lois connues de la gravitation, on a

$$f' = g \frac{M}{d^2}, \quad f''' = g \frac{M}{d'^2},$$

et, en projetant sur la verticale CN et sur l'horizon,

$$(1) \quad \begin{cases} F_v = -gM \left( \frac{\cos z'}{d'^2} - \frac{\cos z}{d^2} \right), \\ F_h = gM \left( \frac{\sin z'}{d'^2} - \frac{\sin z}{d^2} \right). \end{cases}$$

D'autre part, l'angle CSN et le rapport  $\frac{1}{d}$

étant très petits, on peut écrire

$$d' \sin z' = d \sin z, \quad d' \cos z' = d \cos z - 1,$$

et

$$d' = d - \cos z = d \left( 1 - \frac{\cos z}{d} \right);$$

d'où

$$\frac{1}{d'} = \frac{1}{d} \left( 1 + \frac{\cos z}{d} \right),$$

et

$$\frac{1}{d'^3} - \frac{1}{d^3} = \frac{3 \cos z}{d^4}.$$

Les équations (1) peuvent maintenant s'écrire

$$\left\{ \begin{aligned} F_v &= -gM d \cos z \left( \frac{1}{d'^3} - \frac{1}{d^3} \right) + g \frac{M}{d^3} \\ &= g \frac{M}{d^3} (1 - 3 \cos^2 z), \\ F_h &= gM d \sin z \left( \frac{1}{d'^3} - \frac{1}{d^3} \right) = \frac{3}{2} \frac{M}{d^3} g \sin 2z. \end{aligned} \right.$$

Posons, pour abréger,

$$(2) \quad \frac{3}{2} \frac{M}{d^3} = \alpha;$$

il vient finalement

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{F_v}{g} &= \frac{2}{3} \alpha (1 - 3 \cos^2 z), \\ \frac{F_h}{g} &= \alpha \sin 2z; \end{aligned} \right.$$

$\alpha$  représente la *force perturbatrice* horizontale maxima (pour  $z = 45^\circ$ ), rapportée à la pesanteur prise comme unité <sup>(1)</sup>.

*Cas particuliers.*

| Effets perturbateurs.                       | Positions de l'astre                 |                                   |                                  |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|   | au zénith.<br>$z = 0^\circ$ .        | à mi-hauteur.<br>$z = 45^\circ$ . | à l'horizon.<br>$z = 90^\circ$ . |
| Accroissement<br>relatif de la<br>pesanteur | $\frac{F_v}{g} = -\frac{4}{3}\alpha$ | $-\frac{1}{3}\alpha$              | $\frac{2}{3}\alpha$              |
| Force perturba-<br>trice horizon-<br>tale   |                                      |                                   |                                  |
| Déviatiou de la<br>verticale                |                                      |                                   |                                  |
|   | $F_h = 0$                            | $\alpha g$                        | $0$                              |
|   | $\delta = 0$                         | $\alpha$                          | $0$                              |

<sup>(1)</sup> Si, dans les formules (1), on supposait

$$z' = z,$$

la valeur de  $\delta$ , comme il est facile de le voir, se réduirait à

$$\delta_0 = \alpha_0 \sin 2z$$

avec

$$\alpha_0 = \frac{M}{d^3} = \frac{2}{3}\alpha.$$

Ainsi le minime défaut de parallélisme des attractions dirigées de l'astre sur les divers points de la Terre augmente, à lui seul, de moitié les déviations de la verticale dues à l'inégalité des distances, et accroit d'autant, on le verra plus loin (Note-Annexe II), l'importance des marées océaniques et terrestres qui en dérivent.

Soient, d'autre part :

$e$ , la très faible excentricité de l'orbite de l'astre ;

$d_m$ , sa moyenne distance à la Terre ;

$x_m$ , la valeur correspondante de la force perturbatrice  $x$  ;

$T$ , la durée de la révolution de l'astre autour de la Terre ;

$n$ , la vitesse angulaire moyenne de ce mouvement :

$$n = \frac{2\pi}{T}.$$

On a

$$d = d_m(1 - e \cos nt)$$

et

$$(4) \quad x = x_m \left( \frac{d_m}{d} \right)^3 = x_m(1 + 3e \cos nt).$$

La force perturbatrice horizontale maxima  $x$  oscille donc entre

$$x_m(1 - 3e) \quad \text{et} \quad x_m(1 + 3e).$$

*Valeurs maxima des composantes de la force perturbatrice.*

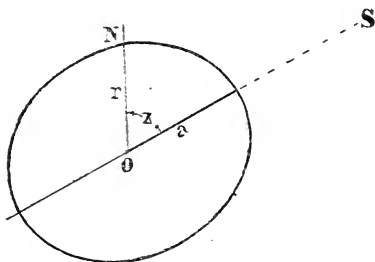
| Astre.    | Masse.         | Excentricité<br>de<br>l'orbite<br>$e$ . | Moyenne<br>distance<br>$d_m$ . | Force<br>perturbatrice<br>horizontale<br>maxima<br>$\alpha_m$ . | Déviation<br>maxima<br>$\delta$ .         | Diminution<br>maxima<br>de la<br>pesanteur<br>$\frac{4}{3}\alpha$ . |
|-----------|----------------|---|--------------------------------|---|---|---|
|           |                |   |                                |   |   | Par kg :  |
| Lune....  | $\frac{1}{80}$ | $\frac{1}{18}$                          | 60,3                           | $\frac{1}{11,6 \times 10^6}$                                    | $0'',018 \left(1 \pm \frac{1}{6}\right)$  | $0^{mg}, 115 \left(1 \pm \frac{1}{6}\right)$                        |
| Soleil... | 333 000        | $\frac{1}{60}$                          | 23400                          | $\frac{1}{25,7 \times 10^6}$                                    | $0'',008 \left(1 \pm \frac{1}{20}\right)$ | $0^{mg}, 052 \left(1 \pm \frac{1}{20}\right)$                       |

## II. — CALCUL APPROCHÉ DES MARÉES THÉORIQUES DU GÉOÏDE, EN UN LIEU DONNÉ, POUR UNE TERRE INDÉFORMABLE <sup>(1)</sup>.

Soient :

- $\alpha$ , la déviation maxima de la verticale sous l'action d'un astre, ou, ce qui revient au même, l'aplatissement de l'ellipse génératrice de la surface de niveau déformée;
- $a$  et  $b$ , les axes de cette ellipse;
- $e'$ , son excentricité;

Fig. 11.



$r$  (*fig. 11*), la distance du géoïde au centre de la Terre, dans le lieu N et à l'instant considéré ;

---

<sup>(1)</sup> Ce calcul dérive des mêmes principes que la théorie de Newton sur les marées océaniques.

$z$ , la distance zénithale géocentrique de l'astre.

En coordonnées polaires rapportées au centre, l'équation d'une ellipse, d'excentricité  $e'$ , s'écrit

$$r = a \left( \frac{1 - e'^2}{1 - e'^2 \cos^2 z} \right)^{\frac{1}{2}};$$

$\alpha$  et  $e'$  étant ici très petits. on peut, en négligeant les termes du second ordre, écrire

$$e'^2 = 2\alpha$$

et réduire la relation ci-dessus à

$$(1) \quad r = a(1 - \alpha \sin^2 z),$$

avec

$$b = a(1 - \alpha),$$

quand

$$z = 90^\circ.$$

Si  $R$  désigne le rayon de la sphère ayant même volume que l'ellipsoïde terrestre, supposé déformable mais incompressible, on a

$$R^3 = ab^2 = a^3(1 - 2\alpha);$$

d'où,  $\alpha$  étant très petit,

$$a = R \left( 1 + \frac{2}{3} \alpha \right).$$

L'équation (1) s'écrit alors

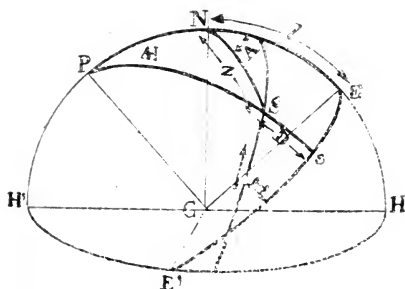
$$(2) \quad r = R \left( 1 - \frac{\alpha}{3} + \alpha \cos^2 z \right).$$



D'autre part, soient (*fig. 12*) :

P, le pôle ; N, le zénith du lieu considéré, et S,  
la projection de l'astre sur la sphère céleste ;  
L, la latitude du lieu ;  
D, la déclinaison de l'astre ;  
A, son azimut sur l'horizon de N ;  
AH, l'angle horaire correspondant.

Fig. 12.



Dans le triangle sphérique PSN, où PN et PS sont respectivement les compléments de  $l$  et de  $D$ , on a, d'après une formule connue,

$$(3) \quad \cos z = \sin l \sin D + \cos l \cos D \cos AH.$$

Portons cette valeur dans (2) et remplaçons-y

$\cos^2 H$  par  $\frac{1}{2} (1 + \cos 2H)$  <sup>(1)</sup>; il vient

$$r = R \left( 1 - \frac{\alpha}{3} + \alpha \sin^2 l \sin^2 D + \frac{1}{2} \alpha \cos^2 l \cos^2 D \right) \\ + \frac{1}{2} R \alpha \sin 2l \sin 2D \cos H \\ + \frac{1}{2} R \alpha \cos^2 l \cos^2 D \cos 2H.$$

Le second membre se décompose en trois parties, savoir :

1° Un terme périodique dépendant de  $2H$ ; il correspond à une marée semi-diurne, d'amplitude

$$(4) \quad m_{sd} = R \alpha \cos^2 l \cos^2 D;$$

2° Un terme périodique dépendant de  $H$ ; il correspond à une marée diurne, d'amplitude

$$(5) \quad m_d = R \alpha \sin 2l \sin 2D.$$

3° Un terme indépendant de  $H$  et variant seulement avec  $\alpha$  et  $\sin D$ ; on peut l'écrire

$$(6) \quad m_0 = R \left[ 1 - \frac{\alpha}{3} \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) (1 - 3 \sin^2 D) \right].$$

Faisons d'abord quelques applications de ces

<sup>(1)</sup> P. HATT, *Notions sur le phénomène des marées*, 1885 : *op. cit.*

formules :

| Cas particuliers.                      | Demi-amplitude<br>de la marée    |                      |
|--|----------------------------------|----------------------|
|  | semi-diurne<br>$m_{sd.}$         | diurne<br>$m_d.$     |
| Station équatoriale : $l = 0^\circ$    | $R \propto \cos^2 D$             | 0                    |
| Station intermédiaire : $l = 45^\circ$ | $\frac{1}{2} R \propto \cos^2 D$ | $R \propto \sin 2 D$ |
| Station polaire : $l = 90^\circ$       | 0                                | 0                    |
| Astre à l'équateur : $D = 0^\circ$     | $R \propto \cos^2 l$             | 0                    |

Mais  $\alpha$  et  $D$  varient avec le temps  $t$ .

Cherchons l'amplitude moyenne des ondes en question.

Pour l'onde diurne, cette moyenne est nulle,  $\sin 2 D$  étant aussi souvent négatif que positif.

Il suffit de faire le calcul pour l'onde semi-diurne.

Soient (*fig. 12*)

VS, l'orbite de l'astre ;

I, l'inclinaison de cette orbite sur l'équateur ;

V, le nœud ascendant ;

$n$ , la vitesse angulaire moyenne de l'astre sur son orbite ;

T, la durée de sa révolution autour de la Terre ;

$$n = \frac{2\pi}{T}.$$

Dans le triangle sphérique SsV, où VS =  $nt$ , on a

$$\sin D = \sin I \sin nt ;$$

d'où

$$(7) \quad \sin^2 D = \frac{1}{2} \sin^2 I (1 - \cos 2nt).$$

D'autre part, on a vu [Note-Annexe I, formule (4)] que

$$x = x_m (1 + 3e \cos 2nt).$$

Portons, dans l'expression (4), ces valeurs de  $\sin^2 D$  et de  $x$ ; les termes périodiques en  $\cos nt$  et  $\cos 2nt$  disparaissant dans la moyenne, celle-ci se réduit à

$$(8) \quad m_{sd}^0 = R x_m \cos^2 l \left( 1 - \frac{1}{2} \sin^2 I \right).$$

Après les mêmes substitutions, l'expression (6) s'écrit

$$(9) \quad m_0 = R \left[ 1 - \frac{x_m}{3} \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \left( 1 - \frac{3}{2} \sin^2 I \right) \right] \\ - \frac{1}{2} R x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \\ \times \left[ \frac{3}{2} e \sin^2 I \cos 3nt + \sin^2 I \cos 2nt \right. \\ \left. + 2e \left( 1 - \frac{3}{4} \sin^2 I \right) \cos nt \right].$$

Cette valeur de  $m_0$  se dédouble en quatre termes : l'un est indépendant de  $t$ ; les autres répondent à trois ondes ayant les périodes et

les amplitudes ci-après :

| Périodes.     | Amplitudes.  |
|---------------|--|
| $\frac{T}{3}$ | $m_{tm} = R x_m \frac{3}{2} e \sin^2 I \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right)$                            |
| $\frac{T}{2}$ | $m_{sm} = R x_m \sin^2 I \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right)$  |
| T             | $m_m = R x_m 2e \left( 1 - \frac{3}{2} \sin^2 I \right) \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \quad (1)$ |

On remarquera que ces ondes s'annulent toutes à la latitude  $l_1$  telle que :

$$\sin l_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (l_1 = 35^\circ 14').$$

Pour le Soleil,  $I$  est constant :

$$I = \omega = 23^\circ 27',$$

$$\sin^2 I = 0,16.$$

Pour la Lune, au contraire,  $I$  varie avec le temps. En effet, le plan de l'orbite lunaire (*fig. 13*) fait avec l'écliptique un angle à peu près constant

$$i = 5^\circ 9',$$

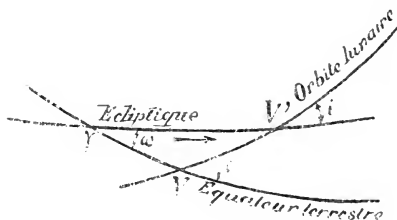
---

(<sup>1</sup>) Dans cette expression, le facteur  $(1 - \frac{3}{2} \sin^2 I)$  représente la moyenne de ses deux valeurs extrêmes,  $(1 - \frac{3}{4} \sin^2 I)$  et  $(1 - \frac{9}{4} \sin^2 I)$ , obtenues en tenant compte de la révolution du périée dans le plan de l'orbite.

et, d'autre part, la ligne des nœuds de l'orbite lunaire parcourt l'écliptique en un temps

$$T' = 18 \text{ ans } \frac{2}{3}.$$

Fig. 13.



Soient :

$n'$ , la vitesse angulaire moyenne de ce mouvement,

$$n' = \frac{2\pi}{T'};$$

$\gamma$ , le point vernal.

Dans le triangle sphérique  $\gamma VV'$ , on a

$$\gamma V' = n' t$$

et

$$\cos I = \cos \omega \cos i - \sin \omega \sin i \cos n' t,$$

ou, en remplaçant les constantes  $\omega$  et  $i$  par leurs valeurs,

$$\cos I = 0,915 - 0,036 \cos n' t.$$

et enfin, à très peu près,

$$(11) \quad \sin^2 l = 0,161 + \frac{2}{30} \left( \cos n't - \frac{1}{100} \cos 2n't \right).$$

Cherchons les valeurs moyennes des  $m_{sd}$ ,  $m_{tm}$ ,  $m_{sm}$  et  $m_m$ .

A cet effet, portons-y la précédente valeur de  $\sin^2 l$ , et négligeons les termes en  $\cos n't$  et  $\cos 2n't$ , qui disparaissent dans la moyenne.

Il reste

$$(12) \quad \left\{ \begin{array}{l} M_{sd} = 0,92 \, R x_m \cos^2 l, \\ M_{tm} = 0,013 \, R x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right), \\ M_{sm} = 0,165 \, R x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right), \\ M_m = 1,52 \, R x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right). \end{array} \right.$$

Après les mêmes substitutions, le premier terme de l'expression de  $m_0$  [formule (9)] s'écrit

$$\begin{aligned} m_1 = & R - 0,253 \, R x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \\ & + \frac{1}{30} \, R x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \cos n't \\ & - \frac{1}{3000} \, R x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right) \cos 2n't. \end{aligned}$$

$m_1$  comprend trois termes :

Le premier, constant, répond au niveau moyen général stable.

Le second, proportionnel à  $\cos n' t$ , répond à une onde de période  $T' = 18 \text{ ans } \frac{2}{3}$  et d'amplitude

$$(13) \quad m_p = \frac{1}{15} R \alpha_m \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right).$$

Le troisième répond à une onde de 9 ans  $\frac{1}{3}$  de période dont l'amplitude est seulement le centième de la précédente.

Remplaçons, dans les formules précédentes, les constantes par leurs valeurs, savoir :

$$R = 6\,368\,000^m;$$

$$\alpha_m = \frac{1}{11,6 \times 10^6} \text{ (Lune); } \alpha'_m = \frac{1}{25,7 \times 10^6} \text{ (Soleil).}$$

Les amplitudes moyennes des diverses ondes ou marées théoriques du géoïde s'écrivent alors :

#### 1° Ondes lunaires.

| Période.                | Amplitude moyenne  |                                 |
|-------------------------|--|---------------------------------|
|                         | à la latitude $l$ .  | à l'équateur<br>$l = 0^\circ$ . |
|                         | cm   | cm                              |
| Semi-diurne :           | $M_{ed} = 55 \times 0,92 \cos^2 l$   | 50, 5                           |
| Ter-mensuelle :         | $M_{lm} = 55 \times 0,014 \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right)$           | 0, 4                            |
| Semi-mensuelle :        | $M_{em} = 55 \times 0,165 \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right)$           | 4, 4                            |
| Mensuelle :             | $M_m = 55 \times 0,084 \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right)$              | 2, 3                            |
| De précession :         | $m_{p\frac{1}{2}} = 55 \times 0,066 \left( 1 - \frac{3}{2} \cos^2 l \right)$ | 1, 8                            |
| (18 ans $\frac{2}{3}$ ) |  |                                 |



## 2° Ondes solaires.

| Période.        | Amplitude moyenne                                      |                                 |
|-----------------|--|---------------------------------|
|                 | a la latitude $l$ .                                    | à l'équateur<br>$l = 0^\circ$ . |
|                 | cm   | cm                              |
| Semi-diurne :   | $M'_{ed} = 25 \times 0,92 \cos^2 l$                    | 22, 8                           |
| Ter-annuelle :  | $M'_{ta} = 25 \times 0,013 (1 - \frac{2}{3} \cos^2 l)$ | 0,05                            |
| Semi-annuelle : | $M'_{sa} = 25 \times 0,16 (1 - \frac{3}{2} \cos^2 l)$  | 2                               |
| Annuelle :      | $M'_a = 25 \times 0,025 (1 - \frac{3}{2} \cos^2 l)$    | 0, 3                            |

A la latitude de  $45^\circ$ , toutes ces amplitudes sont moitié moindres.

### III. — CALCUL DES MOUVEMENTS RELATIFS DE LA VERTICALE EN UN LIEU DONNÉ, SOUS L'ACTION D'UN ASTRE ET POUR UNE TERRE INDÉFORMABLE.

Nous avons vu [Note I. formule (3)] que, sous l'action d'un astre S (*fig. 10*), la verticale du point N est déviée d'une petite quantité

$$\delta = \alpha \sin 2\epsilon,$$

dans le plan azimutal NS de l'astre (Note II. *fig. 12*).

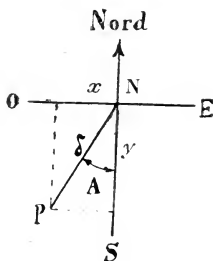
Pour un pendule de longueur 1, disposé en N, la pointe, par l'effet de cette déviation, viendra, sur le plan horizontal, au point P (*fig. 14*) tel que

$$NP = \delta,$$

NP faisant avec le méridien un angle  $A = \widehat{ENS}$  (fig. 12).

Les deux composantes,  $x$  et  $y$ , de ce mouve-

Fig. 14.



ment, suivant le premier vertical et suivant le méridien, seront

$$(1) \quad \begin{cases} x = \delta \sin A = \alpha \sin 2z \sin A, \\ y = \delta \cos A = \alpha \sin 2z \cos A. \end{cases}$$

Or, dans le triangle sphérique PNS (fig. 12), on a les relations connues

$$\begin{cases} \cos z = \sin l \sin D + \cos l \cos D \cos H, \\ \sin z \sin A = \cos D \sin H, \\ \sin z \cos A = -\sin D \cos l + \cos D \sin l \cos H. \end{cases}$$

Portons ces valeurs dans les formules (1) et

remplaçons-y  $\cos^2 H$  par

$$\frac{1}{2} (1 + \cos 2H) ;$$

elles deviennent

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} x = \alpha \cos l \cos^2 D \sin 2H \\ \quad + \alpha \sin l \sin 2D \sin H, \\ y = \frac{\alpha}{2} \sin 2l (1 - 3 \sin^2 D) \\ \quad + \frac{\alpha}{2} \sin 2l \cos^2 D \cos 2H \\ \quad - \alpha \cos 2l \sin 2D \cos H. \end{array} \right.$$

$x$  et  $y$ , on le voit, sont des fonctions périodiques de l'angle horaire  $H$ .

Dans le mouvement du point P. on distingue :

1° Une onde elliptique semi-diurne (termes dépendant de  $2H$ ), ayant comme demi-axes

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{Sens Est-Ouest} \dots & a_{sd} = \alpha \cos l \cos^2 D \\ \text{Sens Nord-Sud} \dots & b_{sd} = \frac{\alpha}{2} \sin 2l \cos^2 D \end{array} \right.$$

2° Une onde elliptique diurne (termes en  $H$ ), ayant comme demi-axes

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{Sens Est-Ouest} \dots & a_d = \alpha \sin l \sin 2D \\ \text{Sens Nord-Sud} \dots & b_d = \alpha \cos 2l \sin 2D \end{array} \right.$$

De même que pour les marées du géoïde, les amplitudes de ces ondes varient avec la déclinaison  $D$  de l'astre.

Quand l'astre est à l'équateur ( $D = 0$ ), l'onde semi-diurne atteint son maximum ( $\cos^2 D = 1$ ) et l'onde diurne disparaît ( $\sin 2D = 0$ ).

Pour un point de l'équateur terrestre ( $l = 0$ ), l'onde semi-diurne se réduit à une oscillation rectiligne Est-Ouest, et l'onde diurne à une oscillation Nord-Sud.

Mais  $\alpha$  et  $D$  varient périodiquement avec le temps. Calculons les amplitudes moyennes des ondes en question.

Pour l'onde diurne, ces moyennes sont nulles,  $\sin 2D$  oscillant symétriquement autour de la valeur *zéro*.

Pour l'onde semi-diurne, portons, dans les expressions (3), les valeurs de  $\alpha$  et de  $\cos^2 D$  respectivement déduites des formules (4) (Note I) et (7) (Note II). La grandeur moyenne des demi-axes de l'ellipse semi-diurne sera donnée par les termes indépendants de  $t$ , savoir :

$$(5) \quad \begin{cases} a_{sd}^0 = \alpha_m \left( 1 - \frac{1}{2} \sin^2 l \right) \cos l, \\ b_{sd}^0 = \frac{\alpha_m}{2} \left( 1 - \frac{1}{2} \sin^2 l \right) \sin 2l. \end{cases}$$

Après les mêmes substitutions, le premier terme, indépendant de  $Al$ , dans l'expression

de  $y$  [formules (2)] s'écrit

$$(6) \left\{ \begin{aligned} y_0 &= \frac{1}{2} x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \sin^2 I \right) \sin 2l \\ &+ \frac{3}{2} e x_m \left( 1 - \frac{3}{4} \sin^2 I \right) \sin 2l \cos nt \\ &+ \frac{3}{4} x_m \sin^2 I \sin 2l \cos 2nt \\ &+ \frac{9}{8} e x_m \sin^2 I \sin 2l \cos 3nt. \end{aligned} \right.$$

Les trois derniers termes figurent des oscillations rectilignes Nord-Sud, ayant les périodes et les demi-amplitudes ci-après :

|       | Périodes.     | Amplitudes.   |
|-------|---------------|---|
| (7) { | $\frac{T}{3}$ | $b_{tm} = \frac{9}{8} e x_m \sin^2 I \sin 2l,$                                  |
|       | $\frac{T}{2}$ | $b_{sm} = \frac{3}{4} x_m \sin^2 I \sin 2l,$                                    |
|       | $T$           | $b_m = \frac{3}{2} e x_m \left( 1 - \frac{3}{2} \sin^2 I \right) \sin 2l^{(1)}$ |

Toutes ces oscillations s'annulent à l'équateur ( $l = 0$ ).

Pour le Soleil, avons-nous dit (Note II).

$$I = \omega = 23^{\circ} 27'.$$

$$\sin^2 I = 0,16.$$

---

(1) Voir note 1 au bas de la page 77.

S'il s'agit de la Lune,  $I$ , par contre, est une fonction périodique du temps, satisfaisant à la relation (11) (Note II),

$$\sin^2 I = 0,161 + \frac{2}{30} \left( \cos n' t - \frac{1}{100} \cos 2 n' t \right),$$

avec

$$n' = \frac{2\pi}{T'},$$

et

$$T' = 18 \text{ ans } \frac{2}{3}.$$

Faisons la substitution dans les relations (5); les valeurs moyennes de  $a_{sd}$  et de  $b_{sd}$  s'obtiennent en négligeant les termes qui dépendent de  $t$ . Il reste

$$(8) \quad \begin{cases} A_{sd} = 0,92 \alpha_m \cos l, \\ B_{sd} = 0,46 \alpha_m \sin 2l. \end{cases}$$

La même substitution dans les relations (7) donne, pour les amplitudes moyennes correspondantes,

$$(9) \quad \begin{cases} B_{tm} = 0,01 \alpha_m \sin 2l, \\ B_{sm} = 0,12 \alpha_m \sin 2l, \\ B_m = 1,14 e \alpha_m \sin 2l. \end{cases}$$

Enfin, après cette même substitution, le pre-

mier terme de  $\gamma_0$  [formule (6)] s'écrit

$$(10) \quad \left\{ \begin{array}{l} \gamma_1 = 0,38 \ x_m \sin 2l \\ \quad - 0,05 \ x_m \sin 2l \cos n't \\ \quad + 0,0005 \ x_m \sin 2l \cos 2n't. \end{array} \right.$$

Les deux derniers termes correspondent à des oscillations Nord-Sud, dont les demi-amplitudes moyennes sont respectivement

$$\begin{array}{rcl} & & \text{Périodes} \\ \left\{ \begin{array}{l} B_p = 0,05 \ x_m \sin 2l \quad T', \\ B_{sp} = 0,0005 \ x_m \sin 2l \quad \frac{1}{2} T'. \end{array} \right. \end{array}$$

Les oscillations rectilignes disparaissent toutes à l'équateur ( $l = 0$ ) et au pôle ( $l = 90^\circ$ ); elles atteignent leur maximum à  $45^\circ$  de latitude.

A titre de comparaison avec les expériences du professeur Hecker, j'ai calculé et résumé, dans le Tableau ci-après, les diverses ondes et oscillations théoriques du pendule pour la latitude de Potsdam ( $l = 52^\circ 23'$ ) :

## MOYENS MOUVEMENTS DE LA VERTICALE

( en millisecondes ).

## 1° Ondes lunaires.

|   |   | La latitude $l$ .                | A<br>Potsd am<br>$\pm$ |
|---|---|----------------------------------|------------------------|
| Onde ellip-<br>tique                              | { semi-diurne.  | $A_{sd} = 0,92 \alpha_m \cos l$  | 10,1                   |
|   |   | $B_{sd} = 0,46 \alpha_m \sin 2l$ | 8                      |
|   | { diurne . . . . .                                    | $A_d = 0$                        | 0                      |
|   |   | $B_d = 0$                        | 0                      |
| Oscillat <sup>ons</sup><br>mérid <sup>nes</sup> . | ter-mens <sup>lle</sup> . .                           | $B_{tm} = 0,01 \alpha_m \sin 2l$ | 0,2                    |
|   | semi-mens <sup>lle</sup> .                            | $B_{sm} = 0,12 \alpha_m \sin 2l$ | 2,1                    |
|   | mensuelle . . .                                       | $B_m = 0,06 \alpha_m \sin 2l$    | 1,1                    |
|   | de précess <sup>on</sup> .<br>(18 ans $\frac{2}{3}$ ) | $b_p = 0,05 \alpha_m \sin 2l$    | 0,9                    |

## 2° Ondes solaires.

|   |                             |                                    |      |
|---|-----------------------------|------------------------------------|------|
| Onde ellip-<br>tique                              | { semi-diurne.              | $A'_{sd} = 0,92 \alpha'_m \cos l$  | 4,5  |
|   |                             | $B'_{sd} = 0,46 \alpha'_m \sin 2l$ | 3,6  |
|   | { diurne . . . . .          | $A'_d = 0$                         | 0    |
|   |                             | $B'_d = 0$                         | 0    |
| Oscillat <sup>ons</sup><br>mérid <sup>nes</sup> . | ter-ann <sup>lle</sup> . .  | $B'_{ta} = 0,01 \alpha'_m \sin 2l$ | 0,1  |
|   | semi-ann <sup>lle</sup> . . | $B'_{sa} = 0,12 \alpha'_m \sin 2l$ | 0,9  |
|   | annuelle . . .              | $B'_a = 0,02 \alpha'_m \sin 2l$    | 0,15 |

---



## TABLE DES MATIÈRES.

|   |    |
|---|----|
| I. — Exposé préliminaire .....  | 1  |
| II. — Marées théoriques du géoïde et mouvements du pendule, sur une Terre absolument rigide.....                      | 19 |
| A. Exposé général.....  | 19 |
| B. Marées du géoïde.....  | 24 |
| C. Marées des Océans.....   | 34 |
| III. — Marées du géoïde, marées de l'écorce, marées océaniques et mouvements du pendule, sur une Terre élastique..... | 35 |
| A. Relations générales entre les marées effectives et la marée théorique du géoïde.                                   | 35 |
| B. Relation entre l'aplatissement de la Terre et la constitution du globe.....  | 40 |
| C. Détermination du module élastique.....   | 45 |
| a. Par le mouvement des pôles.....  | 45 |
| b. Par les marées océaniques.....   | 46 |
| c. Par les mouvements relatifs du pendule.....  | 49 |
| D. Facteur moyen de réduction des marées et des mouvements de la verticale.....                                       | 59 |
| E. Amplitude moyenne des diverses marées du géoïde et des marées de l'écorce.....                                     | 60 |

## B.90

- IV. — Relation entre le coefficient moyen de rigidité du globe et le facteur de réduction des mouvements de la verticale et des marées.... 61

### NOTES-ANNEXES.

- I. — Calcul de la force perturbatrice née d'un astre donné. Déviation correspondante de la verticale..... 65
- II. — Calcul approché des marées théoriques du géoïde, en un lieu donné, pour une Terre indéformable..... 71
- III. — Calcul des mouvements relatifs de la verticale, en un lieu donné, sous l'action d'un astre et pour une Terre indéformable..... 81



# TABLES DES NOTICES

DE

L'ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES,

DE L'ORIGINE A 1910;

PAR M. G. BIGOURDAN.

Ces Tables sont au nombre de trois, savoir :

- 1° Une *Table chronologique*, donnant, dans l'ordre des années, les titres des Notices, Discours, etc.;
- 2° Une *Table des noms d'auteurs*;
- 3° Une *Table méthodique* ou par ordre alphabétique des matières.

## TABLE CHRONOLOGIQUE.

1804. [LALANDE]. — *Abrégé de chronologie*, p. 58-66 (an XII) (reproduit jusqu'en 1806 inclusivement).
1806. REGNAUD SAINT-JEAN D'ANGELY et LAPLACE.  
— *Rapports faits au Sénat pour le retour au calendrier grégorien*, p. 105-120.
1807. LALANDE. — *Notice sur les découvertes du capitaine Krusenstern dans les mers du Japon*, p. 74-86.

1808. [LALANDE]. — *Nouvelle planète (Vesta) et (grande) comète de 1807*, p. 85-86.
1809. [LALANDE]. — *Exposé des résultats des grandes opérations géodésiques, faites en France et en Espagne, pour la mesure d'un arc du méridien et la détermination du mètre définitif* (Note rédigée par une Commission du Bureau des Longitudes), p. 81-87.
- PRONY. — *Notice sur les travaux des Ponts et Chaussées*, p. 87-110.
1810. [LAPLACE]. — *Notice sur les probabilités*, p. 90-108. (Cette Notice a été reproduite jusqu'en 1813, et dans l'*Annuaire* de cette dernière année elle occupe les pages 98-137.) — *Sur le voyage du contre-amiral d'Entrecasteaux*, p. 114-128.
1811. [LAPLACE]. — *Du tems, de sa mesure et du calendrier*, p. 32-42. (Extrait de la 3<sup>e</sup> édition de l'*Exposition du Système du Monde*.)
- [ARAGO]. — *Notice sur le Système du Monde*, p. 139-173. (Reproduite en 1812, et dans l'*Annuaire* de cette année elle occupe les pages 153-192.)
1814. [ARAGO]. — *Sur les phénomènes de l'aiguille aimantée*, p. 132-139. (Reproduite jusqu'en 1819.)
1815. [LAPLACE]. — *Sur la latitude et la longitude terrestre* (Extrait de la 4<sup>e</sup> édition de l'*Exposition du Système du Monde*), p. 101-109. (Répété jusqu'en 1828.)
- PRONY. — *Hauteur de l'Observatoire par rapport aux zéros des échelles tracées sur les ponts de Paris*, p. 152-157.
1816. — *Table des pesanteurs spécifiques des*

1816. *fluides élastiques, des liquides et des solides*, p. 141-144.

C'est la première apparition de cette table qui depuis a été beaucoup étendue.

- — *Table de la quantité moyenne d'eau qui tombe annuellement dans différentes villes*, p. 145-146.
  - — *Table de la force du vent*, p. 147.
1817. [OLTMANN]. — *Table pour calculer la hauteur des montagnes d'après les observations barométriques*, p. 163-171. Reproduite depuis.
- — *Table des dilatations linéaires suivant la température*, p. 172.

C'est la première apparition de la *Table des dilatations*, qui tenait alors dans une page et qui aujourd'hui en occupe vingt.

- [ARAGO. — *Table chronologique des principales découvertes en Géographie et en Astronomie*], p. 173-177. Reproduite jusqu'en 1828.
1818. [LAPLACE]. — *Sur l'application du calcul des probabilités à la philosophie naturelle* (Extrait de l'*Essai philosophique sur les probabilités*). p. 91-110. Reproduite jusqu'à 1820.
- DE HUMBOLDT. — Extrait d'un *Mémoire sur les hauteurs de divers pics de l'Himalaya*, p. 141-144.
1819. [ARAGO]. — Extrait de l'*Histoire de l'Expédition chargée, en 1816, d'explorer le fleuve Zaïre, sous le commandement du Cap. J.-K. Truckey*, p. 161-171.
- [ARAGO]. — *Sur les phénomènes que présentent les mers polaires*, p. 172-178.
  - OLBERS. — *De l'influence de la Lune sur les*

1819. *Saisons* (traduit d'un Mémoire d'Olbers), p. 188-193. Répété en 1821 et 1822.
1820. [DE HUMBOLDT]. — Extrait d'un *Mémoire sur la distribution de la chaleur à la surface de la Terre*, p. 167-177. Reproduit en 1821 et 1822.
1821. [BOUVARD]. — *Tableau de la chaleur moyenne des jours à Paris*, p. 170-172. Reproduit en 1822.
1822. — *Considérations générales sur la population* (Extrait des *Mémoires statistiques de la ville de Paris*,) p. 178-192.
1823. [ARAGO]. — *Expériences pour déterminer la vitesse du son entre Villejuif et Montlhéry*, p. 184-185.
1824. ARAGO. — *Sur le retour de la comète à courte période (comète d'Encke)*, p. 148-152.
- — *Sur les pendules et chronomètres de MM. Bréguet*, p. 152-159.
- — *Quantités de pluie qui tombent à diverses hauteurs*, p. 159-161.
- — *Pluie moyenne à Paris*, p. 161-165.
- — *Pluies des tropiques*, p. 165-167.
- — *Liste des volcans actuellement enflammés*, p. 167-189.
- — *Voyage de M. Scoresby à la côte orientale du Groenland*, p. 190-193.
- [LAPLACE]. — *Des oscillations de l'atmosphère* (Extrait de la 5<sup>e</sup> édit. de l'*Exposition du Système du Monde*), p. 194-200.
1825. ARAGO. — *Sur la pluie*, p. 152-155.
- — *Sur l'état thermométrique du globe terrestre*, p. 155-164.
- — *Températures extrêmes observées à Paris et dans d'autres lieux du globe*, p. 164-179.

1825. — *Températures extrêmes de l'atmosphère en pleine mer*, p. 179-186. — *Température moyenne du Pôle nord*, p. 186-189. — *Sur la forme singulière de la Comète découverte en 1823*, p. 190-191. — *Des températures et des pressions auxquelles certains gaz peuvent se liquéfier, d'après MM. Davy et Faraday*, p. 192-193.
- [GIRARD]. — *Comparaison des moyens de communication entre la capitale et la province en 1824, avec ceux qui existaient il y a soixante ans*, p. 194.
1826. CHLADNI. — *Nouveau Catalogue des chutes de pierres ou de fer, suivant l'ordre chronologique*, p. 152-178.
1827. ARAGO. — *Sur la Lune rousse*, p. 162-165. — *Sur la rosée*, p. 165-198.
- — *Températures des différentes espèces d'animaux, d'après John Davy*, p. 198-207.
- — *Sur les mouvements de l'aiguille aimantée*, p. 207-208.
- — *Nouveaux volcans des îles Sandwich*, p. 208-210.
1828. L. MATHIEU. — *Monnaies étrangères comparées aux monnaies françaises*, p. 61-72. Reproduit depuis, avec modifications.
- ARAGO. — *Sur le rayonnement nocturne*, p. 145-152.
- — *De la rosée*, p. 153-162.
- — *Sur la formation de la glace au Bengale*, p. 162-167.
- — *Sur les brouillards qui se forment après le coucher du Soleil, quand le tems est calme, au bord des lacs et des rivières*, p. 168-172.

## C.6

1828. — *Comment la neige empêche la gelée de descendre profondément dans la terre qu'elle recouvre*, p. 172-174.
- — *De la congélation des rivières*, p. 174-176.
- — *Sur la Lune rousse*, p. 177-179.
- — *Sur la grêle et les paragrêles*, p. 180-205.
- — *Sur la Comète de 3,3 ans (Encke)*, p. 205-206.
1829. [VILLOT]. — *Note sur la durée des générations viriles dans la ville de Paris. pendant le XVIII<sup>e</sup> siècle*, p. 107-110.
- ARAGO. — *Sur les machines à vapeur*, p. 143-233.
1830. ARAGO. — *Sur les machines à vapeur. Sur les explosions des machines à vapeur*, p. 135-202.
- — *Sur l'ancienneté relative des différentes chaînes de montagnes de l'Europe, etc.*, p. 202-240. — *Tables des forces élastiques de la vapeur d'eau et des températures correspondantes*, p. 241-242.
1831. DE PRONY. — *Évaluation des mesures linéaires étrangères en mesures françaises*, p. 142-150. Répétée depuis avec des modifications.
- ARAGO. — *Sur la polarisation de la lumière*, p. 151-163.
- — *Sur les interférences*, p. 163-171.
- — *Sur les phares* (Extrait de la *Biographie de Fresnel*), p. 172-184.
1832. ARAGO. — *Des comètes en général, et en particulier de la comète qui doit paraître en 1832 et dont la révolution est de 6 ans  $\frac{3}{4}$  (Biéla)*, p. 156-288.
1833. A. JAUBERT. — *Sur l'altération que les*



1833. *monnaies turques ont éprouvé depuis 1730 jusqu'à nos jours*, p. 81-85.
- ARAGO. — *La Lune exerce-t-elle sur notre atmosphère une influence appréciable?* p. 157-243.
- — *Sur les glaçons que les rivières charrient en hiver*, p. 244-268.
- — *Sur les soulèvements de terrains*, p. 268-273.
1834. DE PRONY. — *Table des populations spécifiques des départemens français*, p. 122-132. Reproduite jusqu'en 1840.
- ARAGO. — *L'état thermométrique du globe terrestre a-t-il varié depuis les temps historiques?* p. 171-240.
- — *Sur les étoiles [doubles et] multiples*, p. 241-310.
- — *Notice historique sur la pile voltaïque*, p. 311-330.
1835. ARAGO. — *Sur les puits forés, connus sous le nom de puits artésiens, de fontaines artésiennes ou de fontaines jaillissantes*, p. 181-258.
- — *Sur la comète qui doit passer au périhélie en novembre 1835 (comète de Halley)*, p. 259-263.
- — Annonce d'un prix qui sera décerné par le Bureau des Longitudes. p. 264.
1836. ARAGO. — *Sur la dernière apparition de la comète de Halley*, p. 189-237.
- — *Notice historique sur la première interprétation exacte qu'on ait donnée des hiéroglyphes*, p. 238-251.
- — *Questions à résoudre concernant la Météorologie, l'Hydrographie et l'art nautique (tirées des Instructions remises*

1836. *au navire « La Bonite » par l'Académie des Sciences*), p. 252-349.
1837. ARAGO. — *Notice historique sur les machines à vapeur*, p. 221-309.
- — *Examen des observations critiques dont la Notice précédente a été l'objet*, p. 310-337.
1838. ARAGO. — *Notice sur le tonnerre*, p. 221-618.
- — *Éphéméride, pour 1838, de la comète à courte période, dite comète de Pons ou d'Encke*, p. 619-620.
1839. ARAGO. — *Éloge historique de James Watt*, p. 255-410.
- — *Rapport fait à l'Académie des Sciences, concernant les observations de Météorologie et de Physique du globe qui pouvaient être recommandées aux expéditions scientifiques du Nord et de l'Algérie*, p. 411-441.
1840. ARAGO. — [Sur les] *Tables usuelles de l'Annuaire du Bureau des Longitudes*, p. 221-222.
- *Tableau des coordonnées géographiques des chefs-lieux d'arrondissement des 86 départements, déterminées par les ingénieurs géographes*, p. 223-254.  
Complété et reproduit depuis cette époque.
- ARAGO. — *Rapport fait à l'Académie des Sciences sur les travaux scientifiques exécutés pendant le voyage de la frégate « La Vénus », commandée par M. le capitaine de vaisseau Du-Petit-Thouars (géographie, hydrographie, marées, météorologie, magnétisme, etc.)*, p. 255-348.

1840. — *Rapport sur la partie géologique et minéralogique de la campagne de « La Vénus »*, p. 349-353.
- DE BLAINVILLE. — *Rapports sur les résultats concernant l'Histoire naturelle, obtenus pendant l'expédition de « La Vénus »*, p. 354-365.
- ARAGO. — *Discours prononcé le 3 août 1839 sur la tombe de M. de Prony*, p. 366-378.
- — *Discours prononcé le 30 avril 1840 aux funérailles de M. Poisson*, p. 379-391.
1841. MATHIEU. — *De la distribution de la population en France. Table de la population spécifique*, p. 160-169. Reproduite dans la suite.
1842. ARAGO. — *Analyse historique et critique de la vie et des travaux de sir William Herschel*, p. 249-608.
- — *Sur l'éclipse totale de Soleil du 8 juillet 1842; Sur les phénomènes qui devront plus particulièrement fixer l'attention des astronomes; sur les questions de physique céleste dont la solution semble devoir être liée aux observations qui pourront être faites pendant les éclipses totales de Soleil*, p. 609-642.
1844. ARAGO. — *Notice sur les principales découvertes astronomiques de Laplace* (Extrait d'un Rapport fait à la Chambre des Députés), p. 271-360.
- — *Sur l'Observatoire de Paris* (Extrait d'un Rapport fait à la Chambre des Députés), p. 361-393.
- — *Sur la grande Comète de 1843 (1843 I)*, p. 394-421.
- — *Discours prononcé aux funérailles de*

1844. *M. Puissant, le 12 janvier 1843, p. 422-426.*
- ARAGO. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Bouvard, le 11 juin 1843, p. 427-434.*
1846. E. BOUVARD. — *Table de corrections pour calculer les levers et les couchers du Soleil dans les lieux compris entre 43 et 51 degrés de latitude boréale, p. 224-230. Reproduite depuis.*
- ARAGO. — *Sur l'éclipse totale de Soleil du 8 juillet 1842, avec figure coloriée, p. 271-477.*
- — *Sur les chaux, les mortiers et les ciments hydrauliques; sur les pouzzolanes naturelles et artificielles (Extrait d'un Rapport fait à la Chambre des Députés), p. 478-530.*
- — *Rapport fait à l'Académie des Sciences sur le voyage en Abyssinie de MM. Galinier et Ferret, p. 531-573.*
- — *Est-il possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de prédire le temps qu'il fera à une époque et dans un lieu donnés? Peut-on espérer, en tous cas, que ce problème sera résolu un jour? p. 574-608.*
1847. ARAGO. — *Avertissement [au sujet d'une Histoire détaillée de la découverte de Neptune], p. 271-272.*
1850. ARAGO. — *Quel fut le fondateur de l'Ecole Polytechnique? p. 309-344.*
- *Paroles d'adieu prononcées le 31 janvier 1847 aux funérailles de M. Gambey, p. 345-355.*
1851. ARAGO. — *Du Calendrier, p. 309-491.*
- — *Table des Notices de l'Annuaire du*

1851. *Bureau des longitudes*, 1798-1851, p. 491-504.
1852. ARAGO. — *Notice sur les observations qui ont fait connaître la constitution physique du Soleil et celle de diverses étoiles. Examen des conjectures des anciens philosophes et des données positives des astronomes modernes sur la place que doit prendre le Soleil parmi le nombre prodigieux d'étoiles dont le firmament est parsemé*, p. 325-362.
- — *De la scintillation*, p. 363-504.
- — *Rapport fait à l'Assemblée nationale législative, au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi tendant à ouvrir au Ministre de l'Instruction publique un crédit de 90 000 francs pour la construction du pied parallaxique de la grande lunette de l'Observatoire*, p. 505-523.
1853. ARAGO. — *Biographie de Jean-Sylvain Bailly*, p. 343-623.
1854. FLOURENS. — *Discours prononcé aux funérailles de M. Arago*, p. 359-364.
1863. LAUGIER. — *Discours prononcé aux funérailles de M. Brunner*, p. 387-397.
1864. FAYE. — *Rapport sur l'état actuel de la Géodésie et sur les travaux à entreprendre par le Bureau des Longitudes, de concert avec le Dépôt de la Guerre, pour compléter la partie astronomique du réseau géodésique français*, p. 385-431.
1865. DELAUNAY. — *Notice sur la vitesse de la lumière*, p. 393-490.
- MATHIEU. — *Note sur le système métrique. Acte du 29 juillet 1864 du Parlement*  
1910.

1865. *anglais, qui permet l'usage du système métrique des poids et mesures*, p. 491-498. Reproduit les années suivantes.
- MATHIEU (Contre-amiral). — *Notice biographique sur le Contre-amiral Deloffre*, p. 499-520.
1866. DELAUNAY. — *Notice sur la distance du Soleil à la Terre*, p. 413-535.
1867. LAPLACE. — *Sur l'origine et la formation de notre système planétaire* (Extrait de l'*Exposition du Système du Monde*, 6<sup>e</sup> édition), p. 434-458.
- — *Convention monétaire entre la France, la Belgique, l'Italie et la Suisse*, p. 462-463.
- — *Rapport sur les monnaies, les poids et mesures à la Chambre des représentants des Etats-Unis. — Bills et résolutions accompagnant le Rapport*, p. 464-477.
1868. DELAUNAY. — *La Lune, son importance en Astronomie*, p. 439-508.
1869. DELAUNAY. — *Notice sur la Constitution de l'Univers. § 1<sup>er</sup> : Analyse spectrale*, p. 443-583.
- JANSSEN. — *Etude spectrale des protubérances solaires ...*, p. 584-601.
1870. DELAUNAY. — *Notice sur la Constitution de l'Univers. § II : Météores, étoiles filantes*, p. 445-615.
- — *Loi du 17 août 1868 sur le système des poids et mesures de la Confédération de l'Allemagne du Nord*, p. 617-624.
1872. DELAUNAY. — *Sur les Comètes périodiques*, p. 443-471.
1873. FAYE. — *Sur la constitution physique du Soleil. 1<sup>re</sup> Partie*, p. 443-533.

1873. FAYE, DELAUNAY, JURIEN DE LA GRAVIÈRE.  
— *Discours prononcés aux funérailles de M. Laugier*, p. 535-546.
- FAYE. — *Discours prononcé aux funérailles de M. Delaunay*, p. 547-549.
1874. FAYE. — *Sur la constitution physique du Soleil*, 11<sup>e</sup> Partie, avec figures coloriées, p. 407-490.
1875. FAYE. — *Défense de la loi des tempêtes*, p. 407-516.
1876. MOUCHEZ. — *Création d'un observatoire astronomique d'étude dans le parc de Montsouris, par le Bureau des Longitudes*, avec une vue, p. 449-456.
- MOUCHEZ. — *Sur l'Observatoire annexe de la Marine*, p. 457-461.
- PERRIER. — *Sur l'Observatoire annexe de la Guerre*, p. 462-467.
- PERRIER. — *Notice sur l'Association géodésique internationale et sur le Congrès réuni à Paris en 1875*, p. 468-520.
- MARIÉ-DAVY. — *Déclinaison de l'aiguille aimantée*, p. 521-536.
- MOUCHEZ. — *Mission de l'île Saint-Paul pour l'observation du passage de Vénus*, p. 537-571.
- JANSSEN. — *Mission du Japon pour l'observation du passage de Vénus*, p. 572-588.
- LÆWY, FAYE. — *Discours prononcés aux funérailles de M. L. Mathieu*, p. 589-600.
1877. FAYE. — *Sur les orages et sur la formation de la grêle*, p. 483-602.
- FAYE, AMIRAL PARIS. — *Discours prononcés à l'inauguration de la statue d'Élie de Beaumont, à Caen, le 6 août 1876*, p. 603-611.

1878. FAYE. — *Sur la météorologie cosmique*, p. 607-688.
- JANSSEN. — *Sur le réseau photosphérique solaire et sur la photographie, envisagée comme moyen de découvertes en Astronomie physique*, p. 689-700.
1879. J. JANSSEN. — *Sur les progrès récents de la Physique solaire*, p. 623-685.
1880. FAYE. — *Deux ascensions au Puy de Dôme à dix ans d'intervalle*, p. 638-670.
- PERRIER. — *Jonction géodésique de l'Algérie avec l'Espagne*, p. 671-682.
- PERRIER. — *Jonction astronomique de l'Algérie avec l'Espagne*, p. 683-688.
- JANSSEN, MOUCHEZ, D'ABBADIE, BRÉGUET. — *Discours prononcés à l'inauguration de la statue de François Arago, à Perpignan*, p. 691-728.
1881. FAYE. — *Comparaison de la Lune et de la Terre au point de vue géologique*, p. 667-734.
- TISSERAND. — *Notice sur les observatoires français vers la fin du dernier siècle :*  
     Observatoire de Toulouse (Garipuy, Darquier, Vidal). p. 736-752.  
     Observatoire de Marseille. p. 752-753.  
     Observatoire de Flaugergues (Viviers), p. 754.  
     Observatoire de Montauban (Duc-Lachapelle). p. 754-755.  
     Observatoire de l'Ecole Militaire, p. 756-762.  
     Observatoire du Collège Mazarin, p. 762-763.  
     Observatoire de Cluny. p. 763-765.
1882. — *Comètes apparues de 1871 à 1880*, p. 172-205.



1882. FAYE. — *Aperçu historique sur le développement de l'Astronomie*, p. 703-728.
- TISSERAND. — *Notice sur les planètes intra-mercurielles*, p. 729-772.
- JANSSEN. — *Note sur la photographie de la Comète b 1881, obtenue à l'Observatoire de Meudon*, p. 773-786.
1883. — *Comètes apparues de 1862 à 1882*, p. 176-239.
- FAYE. — *Sur la figure des comètes*, p. 717-778.
- JANSSEN. — *Les méthodes en Astronomie physique*, p. 779-812.
- JANSSEN. — *La prochaine éclipse du 6 mai 1883*, p. 813-820.
- FAYE. — *Discours prononcé aux funérailles de M. Liouville*, p. 821-824.
- FAYE. — *Discours prononcé à l'inauguration de la statue de Lakanal, à Foix, le 24 septembre 1882*, p. 825-833.
1884. FAYE. — *Sur les grands fléaux de la nature*, p. 741-846.
- — *Les famines*, p. 743-754.
- — *Les inondations et les déluges*, p. 754-761.
- — *Les volcans*, p. 761-789.
- — *Les tremblements de terre*, p. 789-802.
- — *Les tempêtes*, p. 802-818.
- — *Les trombes et tornados*, p. 818-845.
- JANSSEN. — *Mission en Océanie pour l'observation de l'éclipse totale du Soleil du 6 mai 1883, avec les Rapports de MM. Tacchini, Palisa et Trouvelot*, p. 847-877.
- JANSSEN, CLOUÉ. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Bréguet*, p. 878-888.

1885. — *Comètes apparues de 1861 à 1884*, p. 178-269.
- FAYE. — *Sur la formation de l'Univers et du monde solaire*, p. 757-804.
- TISSERAND. — *Sur les perturbations; Découverte de Neptune*, p. 805-845.
- PERRIER, FAYE, TISSERAND. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Yvon Villarceau*, p. 846-862.
1886. — *Comètes apparues de 1855 à 1860 et en 1884* (avec additions pour celles de 1861 à 1883), p. 180-251.
- FAYE. — *Sur les treize tornados des 29 et 30 mai 1879, aux États-Unis*, p. 747-834.
- JANSSEN. — *Notice sur le méridien et l'heure universels*, p. 835-881.
- OSSIAN BONNET, FAYE. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Serret, le 3 mars 1885*, p. 882-889.
1887. — *Comètes apparues de 1850 à 1854; — comètes périodiques dont le retour a été observé; — comètes apparues en 1885*, p. 182-237.
- MOUCHEZ. — *Sur la photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la Carte du Ciel*, p. 755-842.
1888. — *Comètes apparues de 1845 à 1849 et en 1886*, p. 262-283.
- JANSSEN. — *L'âge des étoiles*, p. 709-728.
- MOUCHEZ. — *Notice sur le Congrès astronomique international réuni à l'Observatoire de Paris, en avril 1887, pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel*, p. 729-754.
- D'ABBADIE. — *Récit d'un voyage magnétique en Orient*, p. 755-769.

1889. — *Comètes apparues de 1838 à 1844 et en 1887*, p. 270-289.
- FAYE. — *Sur les quatre sessions de l'Association géodésique internationale à Paris, Berlin, Nice et Salzbourg*, p. 631-670.
- TISSERAND. — *Sur la mesure des masses en Astronomie*, p. 671-723.
- JANSSEN. — *Une expédition au massif du mont Blanc*, p. 724-739.
- BOUQUET DE LA GRYE. — *Une ascension au pic de Ténériffe*, p. 740-754.
- A. CORNU. — *Discours prononcé à l'inauguration de la statue d'Ampère, à Lyon, le 8 octobre 1888*, p. 755-765.
- — *Revue des principaux travaux du Bureau des Longitudes en 1888*, p. 766-791.
1890. — *Comètes apparues de 1825 à 1835 et en 1888*, p. 272-295.
- FIZEAU, MOUCHEZ, TISSERAND. — *Discours prononcés à l'inauguration de la statue de Le Verrier, à Paris*, p. 637-667.
- MOUCHEZ. — *Sur la réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel, en septembre 1889, à l'Observatoire de Paris*, p. 668-697.
- — *Conférence générale de l'Association géodésique tenue à Paris en octobre 1889*, p. 698-721.
- JANSSEN. — [*Discours d'ouverture prononcé au*] *Congrès de Photographie céleste tenu à Paris du 20 au 24 septembre 1889*, p. 722-733.
- — [*Discours prononcé à la séance d'inauguration du*] *Congrès international aéronautique et colombophile*, p. 734-745.

1890. — *Revue des principaux travaux du Bureau des Longitudes en 1889*, p. 746-752.
1891. — *Comètes apparues de 1801 à 1824 et en 1889*, p. 268-303. (Voir une Addition dans l'*Annuaire* de 1892, p. 293-294.)
- JANSSEN. — *Compte rendu d'une ascension scientifique au mont Blanc*, p. A.1-28.
- TISSERAND. — *La question des petites planètes*, p. B.1-20.
- TISSERAND. — *Notice sur le Congrès géodésique de Fribourg*, p. C.1-20.
- A. CORNU. — *Sur la méthode Döppler-Fizeau...*, p. D.1-40.
1892. — *Comètes apparues en 1890*, p. 288-293.  
A partir de cette année, l'*Annuaire* contient les comètes de l'année anté-précédente.
- MOUCHEZ. — *Notice sur la troisième réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel, en avril 1891, à l'Observatoire de Paris*, p. A.1-40.
- TISSERAND. — *Sur la Lune et son accélération séculaire*, p. B.1-32.
- BOUQUET DE LA GRYE. — *Session de l'Association géodésique internationale tenue à Florence le 8 octobre 1891*, p. C.1-12.
- JANSSEN. — *Les observatoires en montagne. Un observatoire au mont Blanc*, p. D.1-33.
- A. CORNU. — *Sur la mire lointaine de l'Observatoire de Nice*, p. E.1-19.
- BOUQUET DE LA GRYE, PARIS. — *Discours prononcés à l'inauguration de la statue du Chevalier de Borda, à Dax, le 24 mai 1891*, p. F.1-20 et G.1-5.
1893. JANSSEN. — *Sur l'Observatoire du mont Blanc*, p. A.1-10.

1893. A. CORNU. — *Notice sur la corrélation des phénomènes d'électricité statique et dynamique et la définition des unités électriques*, p. B.1-75.
- JANSSEN. — *L'Aéronautique, discours prononcé au Congrès des Sociétés savantes*, p. C.1-20.
- TISSERAND. — *Discours prononcé aux funérailles de M. Ossian Bonnet*, p. D.1-3.
- FAYE, BOUQUET DE LA GRYE, LÆWY. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Mouchez*, p. E.1-16.
- JANSSEN. — *Discours prononcé à l'inauguration de la statue du général Perrier*, p. F.1-12.
1894. H. POINCARÉ. — *La lumière et l'électricité, d'après Maxwell et Hertz*, p. A.1-22.
- FLEURIAIS. — *Origine et emploi de la boussole marine, appelée aujourd'hui Compas*, p. B.1-37.
- JANSSEN. — *Quatre jours d'observation au sommet du mont Blanc*, p. C.1-24.
- FAYE, BOUQUET DE LA GRYE, FLEURIAIS. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Pâris*, p. D.1-13.
- TISSERAND, CORNU, MOUCHEZ. — *Discours prononcés à l'inauguration de la statue d'Arago, à Paris, le 11 juin 1893*, p. E.1-30.
1895. BOUQUET DE LA GRYE. — *Ondes atmosphériques lunaires*, p. A.1-20.
- TISSERAND. — *Sur le Congrès géodésique d'Insprück*, p. B.1-16.
- JANSSEN. — *L'Observatoire du mont Blanc*  
Note sur un météorographe à longue marche  
destiné à cet Observatoire, p. C.1-5.

1895. JANSSEN. — *La Photométrie photographique*, p. D.1-16.
- H. POINCARÉ. — *Rapport sur la proposition d'unification des jours astronomique et civil*, p. E.1-10.
1896. A. CORNU. — *Les forces à distance et les ondulations*, p. A.1-26.
- A. CORNU. — *Les travaux de Fresnel en Optique*, p. B.1-35.
- DE BERNARDIÈRES. — *Sur la construction des nouvelles cartes magnétiques du Globe, entreprises sous la direction du Bureau des Longitudes*, p. C.1-6.
- JANSSEN. — *Sur une troisième ascension à l'Observatoire du sommet du mont Blanc et les travaux exécutés pendant l'année 1885 dans le massif de cette montagne*, p. D.1-11.
- DE BERNARDIÈRES. — *La vie et les travaux du contre-amiral Fleuriais*, p. E.1-17.
- JANSSEN, TISSERAND. — *Allocutions prononcées aux funérailles de M. Émile Brunner, le 24 novembre 1895*, p. F.1-7.
1897. TISSERAND. — *Sur le mouvement propre du système solaire*, p. A.1-32.
- TISSERAND. — *Sur la quatrième réunion du Comité international pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel*, p. B.1-19.
- TISSERAND. — *Sur les travaux de la Commission internationale des étoiles fondamentales*, p. C.1-13.
- H. POINCARÉ. — *Les rayons cathodiques et les rayons de Röntgen*, p. D.1-35.
- JANSSEN. — *Les époques dans l'histoire astronomique des planètes*, p. E.1-12.

1897. JANSSEN. — *Sur les travaux exécutés à l'Observatoire du mont Blanc, en 1896.*  
p. F.1-3.
- A. CORNU. — *Discours prononcé aux funérailles de M. Hippolyte Fizeau, le 24 septembre 1896,* p. G.1-4.
- JANSSEN, LÆWY, H. POINCARÉ. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Félix Tisserand, le 23 octobre 1896,* p. H.1-18.
1898. LÆWY et P. PUISEUX. — *Sur quelques progrès récents accomplis avec l'aide de la photographie dans l'étude de la surface lunaire,* p. A.1-36.
- H. POINCARÉ. — *Sur la stabilité du système solaire,* p. B.1-16.
- A. CORNU. — *L'œuvre scientifique de H. Fizeau,* p. C.1-40.
- JANSSEN. — *Sur les travaux exécutés à l'Observatoire du mont Blanc, en 1897,* p. D.1-4.
- JANSSEN, LÆWY. — *Discours prononcés au cinquantième académique de M. Faye, le 25 janvier 1897,* p. E.1-12.
1899. BOUQUET DE LA GRYE. — *Sur les ballons-sondes,* p. A.1-14.
- BASSOT. — *La Géodésie moderne en France,* p. B.1-34.
- P. GAUTIER. — *Sur le sidérostàt à lunette de 60<sup>m</sup> de foyer et de 1<sup>m</sup>, 25 d'ouverture,* p. C.1-26.
- JANSSEN. — *Sur les travaux exécutés à l'Observatoire du mont Blanc, en 1898,* p. D.1-3.
1900. A. CORNU. — *Les machines génératrices de courants électriques,* p. A.1-89.

1900. LIPPMANN. — *Les nouveaux gaz de l'atmosphère*, p. B.1-15.
- JANSSEN. — *Sur les travaux du mont Blanc en 1899*, p. C.1-8.
- JANSSEN. — *Sur l'application de l'Aéronautique à l'observation de certains phénomènes astronomiques*, p. D.1-2.
- BASSOT, H. POINCARÉ, LÉWY. — *Discours prononcés à l'inauguration de la statue de F. Tisserand à Nuits-Saint-Georges, le 15 octobre 1899*, p. E.1-19.
1901. A. CORNU. — *Le transport électrique de la force*, p. A.1-67.
- H. POINCARÉ. — *Rapport sur le projet de revision de l'arc de méridien de Quito*, p. B.1-37.
- LÉWY. — *Sur la Conférence astronomique internationale tenue à l'Observatoire de Paris, en juillet 1900*, p. C.1-34.
- BASSOT. — *Notice historique sur la fondation du système métrique*, p. D.1-43.
- BOUQUET DE LA GRYE. — *Sur la treizième Conférence de l'Association géodésique internationale tenue à Paris*, p. E.1-14.
- JANSSEN. — *Travaux exécutés à l'Observatoire du sommet du mont Blanc en 1900*, p. F.1-10.
- JANSSEN. — *Les progrès de l'Aéronautique*, p. G.1-14.
- GUYOU. — *Discours prononcé aux funérailles de M. de Bernardières, le 5 février 1900*, p. H.1-6.
1902. H. POINCARÉ. — *Notice sur la télégraphie sans fil*, p. A.1-34.
- A. CORNU. — *Les courants polyphasés*, p. B.1-91.



1902. GUYOU. — *Sur l'application de la division décimale du quart de cercle à la pratique de la navigation*, p. C.1-15.
- JANSSEN. — *Observatoire du sommet du mont Blanc, — création et travaux —*, p. D.1-7.
1903. RADAU. — *Étoiles filantes et comètes*, p. A.1-53.
- JANSSEN. — *Science et poésie*, p. B.1-10.
- JANSSEN. — *Sur les travaux exécutés à l'Observatoire du sommet du mont Blanc, en 1902*, p. C.1-4.
- BASSOT, H. POINCARÉ. — *Discours prononcés aux funérailles de M. A. Cornu*, p. D.1-11.
- BASSOT, BOUQUET DE LA GRYE, JANSSEN, H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYSEN. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Faye*, p. D.13-34.
1904. BOUQUET DE LA GRYE. — *Note sur la Conférence géodésique internationale tenue à Copenhague en août 1903*, p. A.1-23.
- HATT. — *Théorie élémentaire des marées*, 1<sup>re</sup> Partie, p. B.1-53.
1905. HATT. — *Explication élémentaire des marées*, 11<sup>e</sup> Partie, p. A.1-74.
1906. BIGOURDAN. — *Les éclipses de Soleil. — Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant ces éclipses*, p. A.1-161.
- BIGOURDAN. — *Les observations de l'éclipse du 30 août 1905*, p. B.1-18.
- JANSSEN. — *Notice sur l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, faite en Espagne*, p. C.1-8.

1907. BOUQUET DE LA GRYE. — *Diamètre de Vénus*, p. A.1-8.
- BOUQUET DE LA GRYE. — *Note sur la quinzième Conférence de l'Association géodésique internationale*, p. B.1-20.
- DESLANDRES. — *Histoire des idées et des recherches sur le Soleil*, p. C.1-146.
1908. BIGOURDAN. — *Les distances des astres et particulièrement des étoiles fixes*, p. A.1-72.
- DESLANDRES. — *Union internationale pour la coopération dans les recherches solaires* (Congrès de Saint-Louis, d'Oxford et de Meudon), p. B.1-48.
- GUYOU. — *L'École d'Astronomie pratique de l'Observatoire de Montsouris*, p. C.1-12.
- H. POINCARÉ. — *Notice nécrologique sur M. Maurice Læwy*, p. D.1-18.
- LÆWY. — *Notice nécrologique sur Charles Trépied*, p. E.1-7.
1909. BIGOURDAN. — *Les étoiles variables*, p. A.1-116.
- LALLEMAND. — *Mouvements et déformations de la croûte terrestre*, p. B.1-57.
- RADAU, DESLANDRES. — *Discours prononcés aux funérailles de M. Janssen*, p. C.1-11.
1910. BAILLAUD. — *Le Congrès de la Carte du Ciel en 1909*, p. A.1-27.
- LALLEMAND. — *Les marées de l'écorce et l'élasticité du globe terrestre*, p. B.1-90.
- BIGOURDAN. — *Tables des Notices de l'Annuaire du Bureau des Longitudes, de 1804 à 1910*, p. C.1-47.

## TABLE DES NOMS D'AUTEURS.

Cette Table renvoie aux diverses années de l'*Annuaire*; seulement on a supprimé les deux premiers chiffres du millésime, parce qu'il ne peut jamais résulter de là aucune incertitude.

Les chiffres *gras* indiquent les années où l'*Annuaire* renferme une Notice, un discours, un article quelconque donné par l'auteur, ou tiré de ses Œuvres; dans les autres cas on emploie des chiffres ordinaires.

Quand un auteur a donné plusieurs articles dans le même *Annuaire*, leur nombre est donné entre ( ), à la suite de l'année de cet *Annuaire*.

ABBADIE (D'), 80, 88.

AMPÈRE (A.-M.), 89 (statue).

ARAGO, 11, 14, 17, 19, 23, 24, 25, 27-40, 42, 44, 46, 47, 50-53, 54 (funérailles), 80 (statue, Perpignan), 94 (statue, Paris).

BAILLAUD, 10.

BAILLY, 53 (biographie).

BAKHUYZEN (H.-G. van de Sande), 03.

BASSOT (Gén.), 99, 00, 01, 03 (2).

BEAUMONT (Élie DE), 77 (statue).

BERNARDIÈRES (DE), 96 (2), 01 (funérailles).

BIGOURDAN (G.), 06 (2), 08, 09, 10.

BLAINVILLE (DE), 40.

BONNET (Ossian), 86, 93 (funérailles).

BORDA, 92 (statue).

BOUQUET DE LA GRYE (A.), 89, 92 (2), 93, 94, 95, 99, 01, 03, 04, 07 (2).

- BOUVARD (A.), 21, 44 (funérailles).  
 BOUVARD (E.), 46.  
 BRÉGUET, 24.  
 BRÉGUET, 24, 80, 84 (funérailles).  
 BRUNNER, 63 (funérailles).  
 BRUNNER (E.), 96 (funérailles).  
 CHLADNI, 26.  
 CLOUÉ (amiral), 84.  
 CORNU (A.), 89, 91, 92, 93, 94, 96 (2), 97, 98, 00,  
 01, 02, 03 (funérailles).  
 DARQUIER, 81 (son observatoire).  
 DELAUNAY, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 73, 73 (funérailles).  
 DELOFFRE (amiral), 65 (biographie).  
 DESLANDRES (H.), 07, 08.  
 DUC-LACHAPELLE, 81 (son observatoire).  
 ENTRECASTEAUX (amiral D') (sur son voyage), 10.  
 FAYE (H.), 64, 73 (3), 74, 75, 76, 77 (2), 78, 80,  
 81, 82, 83 (3), 84, 85 (2), 86 (2), 89, 93, 94,  
 98 (cinquantenaire), 03 (funérailles).  
 FERRET, 46.  
 FIZEAU, 90, 97 (funérailles), 98 (travaux).  
 FLAUGERGUES, 81 (son observatoire).  
 FLEURIAIS, 94 (2), 96 (vie et travaux).  
 FLOURENS, 54.  
 FRESNEL, 96 (travaux).  
 GALINIER, 46.  
 GAMBÉY, 50 (funérailles).  
 GARIPUY, 81 (son observatoire).  
 GAUTIER (P.), 99.  
 GIRARD, 25.  
 GUYOU, 01, 02, 08.  
 HATT, 04, 05.  
 HERSCHEL (W.), 42 (vie et travaux).  
 DE HUMBOLDT, 18, 20.  
 JANSSEN, 69, 76, 78, 79, 80, 82, 83 (2), 84 (2),  
 86, 88, 89, 90 (2), 91, 92, 93 (3), 94, 95 (2),

96 (2), 97 (3), 98 (3), 99, 00 (2), 01 (2), 02, 03 (3), 06, 09 (funérailles).

JAUBERT (A.), 33.

JURIEN DE LA GRAVIÈRE, 73.

KRUSENSTERN (Capitaine), 07.

LACAILLE, 81 (son observatoire).

LAKANAL, 83 (statue).

LALANDE, 04, 07, 08, 09.

LALLEMAND (Ch.), 09, 10.

LAPLACE, 06, 10, 11, 15, 18, 24, 44 (découvertes astronomiques), 67.

LAUGIER, 63, 73 (funérailles).

LE VERRIER, 90 (statue).

LIUVILLE (E.), 83 (funérailles).

LIPPMANN, 00.

LÉWY, 76, 93, 97, 98 (2), 00, 01, 08, 08 (Notice nécrologique).

MARIÉ-DAVY, 76.

MATHIEU (L.), 28, 41, 65, 76 (funérailles).

MATHIEU (amiral), 65.

MOUCHEZ, 76 (3), 80, 87, 88, 90 (2), 92, 93 (funérailles), 94.

OLBERS, 19.

OLTMANN, 17.

PARIS (amiral), 77, 92, 94 (funérailles).

PERRIER (F.), 76 (2), 80 (2), 85, 93 (statue).

PETIT-THOUARS (DU), 40.

POINCARÉ (H.), 94, 95, 97 (2), 98, 00, 01, 02, 03, 08.

POISSON, 40 (funérailles).

PRONY, 09, 15, 31, 34, 40 (funérailles).

PUISEUX (P.), 98.

PUISSANT, 44 (funérailles).

RADAU, 03, 09.

REGNAUD (DE SAINT-JEAN-D'ANGÉLY), 06.

SCORESBY, 24 (son voyage au Groenland).

SERRET, 86 (funérailles).

TISSERAND (F.). 81. 82. 85 (2). 89, 90, 91 (2),  
92, 93, 94. 95, 96. 97 (3). 97 (funérailles),  
oo (statue).

TRÉPIED, 08 (notice nécrologique.)

TRUCKEY (Cap. J.-K.). 19.

VIDAL, 81 (son observatoire).

VILLARCEAU (Yvon), 85 (funérailles).

VILLOT, 29.

WATT, 39.

---

## TABLE MÉTHODIQUE.

---

- ABYSSINIE. — Rapport sur le voyage en Abyssinie de MM. Galinier et Ferret. *Arago*, 1846.
- AÉROLITHES. — Nouveau catalogue des chutes de pierres ou de fer, suivant l'ordre chronologique. *Chladni*, 1826.
- AÉRONAUTIQUE. — Discours prononcé à la séance d'inauguration du Congrès international aéronautique et colombophile. *Janssen*, 1890.
- L'Aéronautique. Discours prononcé à la réunion des Sociétés savantes. *Janssen*, 1893.
- Les ballons-sondes. *Bouquet de la Grye*, 1899.
- Sur l'application de l'Aéronautique à l'observation de certains phénomènes astronomiques. *Janssen*, 1900.
- Les progrès de l'Aéronautique. *Janssen*, 1900.
- AIGUILLE AIMANTÉE. — Voir Magnétisme.
- ALGÉRIE. — Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne. *Perrier*, 1880.
- ANALYSE SPECTRALE. — Voir Spectroscopie.
- ANIMAUX. — Température de différentes espèces. *Arago*, 1827.
- ARCS DE MÉRIDIEEN. — Voir Géodésie.
- ASCENSIONS. — Une ascension au pic de Ténériffe. *Bouquet de la Grye*, 1889.
- Compte rendu d'une ascension scientifique au mont Blanc. *Janssen*, 1891.
- Une expédition au massif du mont Blanc. *Janssen*, 1889.

- Compte rendu d'une ascension scientifique au mont Blanc. *Janssen*, 1891.
- Sur une troisième ascension à l'Observatoire du mont Blanc. *Janssen*, 1896.
- ASSOCIATION GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE. — Notice sur cette association et sur le Congrès réuni à Paris en 1875. *Perrier*, 1876.
- Sur les quatre sessions de l'Association géodésique internationale à Paris, Berlin, Nice et Salzbourg. *Faye*, 1889.
- Conférence générale tenue à Paris en 1889-1890.
- Congrès de Fribourg. *Tisserand*, 1891.
- Réunion de Florence. *Bouquet de la Grye*, 1892.
- Congrès géodésique d'Innsbruck. *Tisserand*, 1895.
- Sur la XIII<sup>e</sup> Conférence de l'Association géodésique internationale. *Bouquet de la Grye*, 1901.
- Note sur la Conférence géodésique internationale tenue à Copenhague en août 1903. *Bouquet de la Grye*, 1904.
- Note sur la XV<sup>e</sup> Conférence. *Bouquet de la Grye*, 1907.
- ASTRES. — Les distances des astres, et particulièrement des étoiles fixes. *Bigourdan*, 1908.
- ASTRONOMIE. — Table chronologique des principales découvertes en Géographie et en Astronomie. *Arago*, 1817.
- Aperçu historique sur le développement de l'Astronomie. *Faye*, 1882.
- Sur l'application de l'Aéronautique à l'observation de certains phénomènes astronomiques. *Janssen*, 1900.
- ASTRONOMIE PHYSIQUE. — Sur l'éclipse totale de Soleil du 8 juillet 1842. — Sur les questions de physique céleste dont la solution semble devoir être liée aux observations faites pendant les éclipses totales de Soleil. *Arago*, 1842.
- Sur le réseau photosphérique solaire et sur la



- photographie, envisagée comme moyen de découvertes en astronomie physique. *Janssen*, 1878.
- Sur les progrès récents de la Physique solaire. *Janssen*, 1879.
- Discours sur les méthodes en astronomie physique. *Janssen*, 1883.
- ATMOSPHÈRE. — Les nouveaux gaz de l'atmosphère. *Lippmann*, 1900.
- Sur les oscillations de l'atmosphère. *Laplace*, 1824.
- Ondes atmosphériques lunaires. *Bouquet de la Grye*, 1895.
- Températures extrêmes de l'atmosphère en pleine mer. *Arago*, 1825.
- BALLON. — Voir Aéronautique.
- BAROMÈTRE. — Tables pour calculer les hauteurs des montagnes d'après les observations barométriques. *Oltmanns*, 1817. *L. Mathieu*, 1852. *Radau*, 1909.
- BONITE. — (Instructions de la). *Arago*, 1836.
- BOLIDES. — Voir Compas, Aérolithes, Météores.
- BOUSSOLE. — Voir Magnétisme.
- BROUILLARD. — Sur les brouillards qui se forment après le coucher du Soleil, quand le temps est calme, au bord des lacs et des rivières. *Arago*, 1828.
- BUREAU DES LONGITUDES. — Sur les travaux à entreprendre par le Bureau des Longitudes, de concert avec le Dépôt de la Guerre, pour compléter la partie astronomique du réseau géodésique français. *Faye*, 1864.
- Revue des principaux travaux du Bureau des Longitudes en 1888, 1889.
- Revue des principaux travaux du Bureau de Longitudes en 1889, 1890.
- CALENDRIER. — Du calendrier. *Arago*, 1851.

— Du temps, de sa mesure et du calendrier. *Laplace*, 1811.

— Rapports faits au Sénat pour le retour au calendrier grégorien. *Regnaud Saint-Jean d'Angély et Laplace*, 1806.

*Voir Jour.*

CARTE PHOTOGRAPHIQUE DU CIEL. — Notice sur la photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la Carte du Ciel. *Mouchez*, 1887. *Voir* Congrès astronomique international, Comité international, Conférence internationale. etc.

CHALEUR. — Sur la distribution de la chaleur à la surface de la Terre. *De Humboldt*, 1820.

— Sur l'état thermométrique du Globe terrestre. *Arago*, 1825.

— Températures extrêmes de l'atmosphère en pleine mer. *Arago*, 1825.

— Température moyenne du pôle Nord. *Arago*, 1825.

— L'état thermométrique du Globe terrestre a-t-il varié depuis les temps historiques? *Arago*, 1834.

— Chaleur moyenne des jours à Paris. *Bouvard*, 1822.

CHAUX. — Sur les chaux, les mortiers et les ciments hydrauliques; sur les pouzzolanes naturelles et artificielles. *Arago*, 1846.

CHRONOLOGIE. — Abrégé de Chronologie. *Lalande*, 1804.

*Voir* Astronomie, Géographie.

CIMENTS. — *Voir* Chaux.

COLOMBOPHILE (Congrès). — Discours prononcé à la séance d'inauguration du Congrès international aéronautique et colombophile. *Janssen*, 1890.

COMÈTES. — Des comètes en général. *Arago*, 1832.

— Étoiles filantes et comètes. *Radau*, 1903.

— Notice sur la figure des comètes. *Faye*, 1883.

— Sur les comètes périodiques. *Delaunay*, 1872.

## C.33

- Comètes apparues de 1801 à 1824. 1891.
- — 1825 à 1835. 1890.
- — 1838 à 1844. 1889.
- — 1845 à 1849. 1888.
- — 1850 à 1854. 1887.
- — 1855 à 1860. 1886.
- — 1862 à 1882. 1883.
- — 1861 à 1884. 1885.
- — 1871 à 1880. 1882.
- Sur la comète d'Encke. *Arago*, 1824, 1828, 1838.
- Sur la comète de Biéla. *Arago*, 1832.
- Sur la comète de Halley. *Arago*, 1835, 1836.
- Sur la comète de 1807. *Lalande*, 1808.
- Comète de 1823 : Sur sa forme singulière. *Arago*, 1825.
- Sur la grande comète de 1843 (1843 I). *Arago*, 1844.
- Sur la photographie de la comète *b* 1881..., *Janssen*, 1882.
- COMITÉ INTERNATIONAL PERMANENT pour l'exécution photographique de la CARTE DU CIEL. — Sur le Congrès de 1887. *Mouchez*, 1888.
- Sur la réunion de septembre 1889. *Mouchez*, 1890.
- Sur la réunion d'avril 1891. *Mouchez*, 1892.
- Sur la quatrième réunion. *Tisserand*, 1897.
- Conférence de juillet 1900. *Læwy*, 1901.
- Voir Congrès, Conférences, Carte photographique du Ciel.
- COMPAS. — Origine et emploi de la boussole marine, appelée aujourd'hui *compas*. *Fleuriais*, 1894.
- CONFÉRENCES, CONGRÈS. — Voir Association géodésique, Comité. etc.
- CONGO. — Voir Zaïre.
- CONGRÈS de Saint-Louis, d'Oxford et de Meudon de l'Union internationale pour la coopération des études solaires. *Deslandres*, 1908.

- COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES. — Sur la longitude et la latitude terrestre. *Laplace*, 1815.
- Coordonnées géographiques des chefs-lieux d'arrondissement. 1840.
- COSMOGONIE. — Voir Système solaire, Univers.
- COUCHERS. — Table de correction pour calculer les levers et les couchers du Soleil en France. *E. Bouvard*, 1846.
- COURANTS. — Voir Électricité, Météores.
- CROUTE TERRESTRE. — Mouvements et déformations. *Lallemand*, 1909.
- DÉLUGES. — Sur les grands fléaux de la nature; les déluges. *Faye*, 1884.
- DENSITÉS. — Table des pesanteurs spécifiques des fluides élastiques, des liquides et des solides. 1816.
- DÉPOT DE LA GUERRE. — Voir Bureau des Longitudes.
- DILATATIONS. — Table des dilatations. 1817.
- DIVISION DÉCIMALE. — Sur l'application de la division décimale du quart de cercle à la pratique de la navigation. *Guyou*, 1902.
- DÖPPLER-FIZEAU. — Sur la méthode Dœppler-Fizeau. *Cornu*, 1891.
- ECHELLES DES PONTS DE LA SEINE. — Leur altitude par rapport à l'Observatoire. *Prony*, 1815.
- ÉCLIPSES DE SOLEIL. — Instructions sur l'observation de ces éclipses. *Bigourdan*, 1906.
- Sur l'éclipse totale de Soleil du 8 juillet 1842. — Sur les phénomènes qui devront plus particulièrement fixer l'attention des astronomes. — Sur les questions de Physique céleste dont la solution semble devoir être liée aux observations qui pourront être faites pendant les éclipses totales de Soleil. *Arago*, 1842.
- Sur l'éclipse totale de Soleil du 8 juillet 1842. *Arago*, 1846.

- La prochaine éclipse du 6 mai 1883. *Janssen*, 1883.
- Mission en Océanie pour l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 6 mai 1883. *Janssen*, 1884.
- Eclipses de Soleil du 30 août 1905 : Observations. *Bigourdan*, *Janssen*, 1906.
- ÉCOLE D'ASTRONOMIE PRATIQUE de Montsouris. *Guyou*, 1908.
- ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — Quel en fut le fondateur? *Arago*, 1850.
- ÉLECTRICITÉ. — Notice sur la corrélation des phénomènes d'électricité statique et dynamique et la définition des unités électriques. *Cornu*, 1893.
- La lumière et l'électricité, d'après Maxwell et Hertz. *Poincaré*, 1894.
- Les machines génératrices de courants électriques. *Cornu*, 1900.
- Les courants polyphasés. *Cornu*, 1902.
- Le transport électrique de la force. *Cornu*, 1901.
- ESPAGNE. — Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne. *Perrier*, 1880.
- ÉTOILES. — L'âge des étoiles. *Janssen*, 1888.
- Les distances des étoiles. *Bigourdan*, 1908.
- Voir* Soleil.
- ÉTOILES DOUBLES, MULTIPLES. — Sur les étoiles multiples. *Arago*, 1834.
- ÉTOILES FILANTES. — *Voir* Comètes, Météores.
- ÉTOILES FONDAMENTALES. — Sur les travaux de la Commission internationale des étoiles fondamentales. *Tisserand*, 1897.
- ÉTOILES VARIABLES (Sur les). — *Bigourdan*, 1909.
- FAMINES. — Sur les grands fléaux de la nature... les famines... *Faye*, 1884.
- FLÉAUX. — Sur les grands fléaux de la nature... *Faye*, 1884.
- FORCE. — Les forces à distance et les ondulations. *Cornu*, 1896.

- Le transport électrique de la force. *Cornu*, 1901.
- FORCES ÉLASTIQUES. — Table des forces élastiques de la vapeur d'eau. *Arago*, 1830.
- GAZ. — Les nouveaux gaz de l'atmosphère. *Lippmann*, 1900.
- Des températures et des pressions auxquelles certains gaz peuvent se liquéfier. *Arago*, 1825.
- GÉNÉRATIONS VIRILES DE PARIS. — Sur leur durée pendant le XVIII<sup>e</sup> siècle. *Villot*, 1829.
- GÉODÉSIE. — Exposé des résultats des grandes opérations géodésiques faites en France et en Espagne pour la mesure d'un arc de méridien et la détermination du mètre définitif. 1809.
- Rapport sur l'état actuel de la géodésie et sur les travaux à entreprendre par le Bureau des Longitudes, de concert avec le Dépôt de la Guerre, pour compléter la partie astronomique du réseau géodésique français. *Faye*, 1864.
- Jonction géodésique; jonction astronomique de l'Algérie avec l'Espagne. *Perrier*, 1880.
- La géodésie moderne en France. *Bassot*, 1899.
- Sur le projet de revision de l'arc de méridien de Quito. *Poincaré*, 1901.
- GÉOGRAPHIE. — Table chronologique des principales découvertes en géographie et en astronomie. *Arago*, 1817.
- Coordonnées géographiques des chefs-lieux d'arrondissement, 1840.
- GÉOLOGIE. — Sur les soulèvements de terrain. *Arago*, 1833.
- Sur la partie géologique du voyage de la *Vénus*. 1840.
- Comparaison de la Lune et de la Terre au point de vue géologique. *Faye*, 1881.
- GLACE, GLAÇONS. — Sur les glaçons que les rivières charrient en hiver. *Arago*, 1833.

— Sur la formation de la glace au Bengale. *Arago*, 1828.

GLOBE TERRESTRE. — Sur sa chaleur, sa température. *Voir* Chaleur.

GRÊLE. — Sur la grêle et les paragrêles. *Arago*, 1828.

— Sur les orages et la formation de la grêle. *Faye*, 1877.

GROENLAND. — Voyage de Scoresby sur la côte orientale. 1824.

HEURE UNIVERSELLE. — Notice sur le méridien et l'heure universels. *Janssen*, 1886.

HIÉROGLYPHES. — Sur la première interprétation exacte qu'on en ait donné. *Arago*, 1836.

HIMALAYA. — Sur les hauteurs de ses divers pics. *De Humboldt*, 1818.

HISTOIRE NATURELLE. — Sur les résultats d'histoire naturelle obtenus dans le voyage de la *Vénus*. *De Blainville*, 1840.

INONDATION. — Sur les grands fléaux de la nature... inondations... *Faye*, 1884.

INSTRUCTIONS. — Instructions de la Bonite. *Arago*, 1836.

— Instructions pour les expéditions du Nord et de l'Algérie, *Arago*, 1839.

INTERFERENCES (Sur les). — *Arago*, 1831.

JAPON (mers du). — Notice sur les découvertes du cap. Krusenstern dans ces mers. *Lalande*, 1807.

JOUR ASTRONOMIQUE et JOUR CIVIL. — Rapport sur la proposition de leur unification. *Poincaré*, 1895.

LATITUDE, LONGITUDE. — *Voir* Coordonnées géographiques.

LUMIÈRE. — Sur sa vitesse. *Delaunay*, 1865.

— La lumière et l'électricité, d'après Maxwell et Hertz. *Poincaré*, 1894.

LUNE. — Son importance en Astronomie. *Delau-*  
*nay*, 1868.

— Sur la Lune et son accélération séculaire. *Tisse-*  
*rand*, 1892.

— Comparaison de la Lune et de la Terre au point  
de vue géologique. *Faye*, 1881.

— De l'influence de la Lune sur les saisons. *Olbers*,  
1819.

— La Lune exerce-t-elle sur notre atmosphère une  
influence appréciable? *Arago*, 1833.

— Ondes atmosphériques lunaires. *Bouquet de la*  
*Grye*, 1895.

— Sur quelques progrès récents accomplis à l'aide  
de la photographie dans l'étude de la surface lu-  
naire. *Lævy* et *Puiseux*, 1898.

LEVERS. — Table de correction pour calculer les  
levers et couchers du Soleil à Paris. *E. Bouvard*,  
1846.

LUNE ROUSSE (Sur la). — *Arago*, 1827, 1828.

MACHINES A VAPEUR (Sur leurs explosions). —  
*Arago*, 1829, 1830, 1837.

MAGNÉTISME. — Sur les phénomènes de l'aiguille  
aimantée. *Arago*, 1814.

— Sur les mouvements de l'aiguille aimantée. *Arago*,  
1827.

— Sur la déclinaison de l'aiguille aimantée. *Marié-*  
*Davy*, 1876.

— Origine et emploi de la boussole marine, appelée  
aujourd'hui compas. *Fleuriat*, 1894.

— Sur la construction des nouvelles cartes magné-  
tiques du Globe, entreprises sous la direction du  
Bureau des Longitudes. *De Bernardières*, 1896.

— Récit d'un voyage magnétique en Orient. *D'Ab-*  
*badie*, 1888.

MARÉES. — Théorie élémentaire des marées. *Hatt*,  
1<sup>re</sup> partie. 1904; 2<sup>e</sup> partie. 1905.



- MASSÉS.** — Sur la mesure des masses en Astronomie  
*Tisserand*, 1889.
- MER.** — Températures extrêmes de l'atmosphère en pleine mer. *Arago*, 1825.  
— Sur les phénomènes que présentent les mers polaires. *Arago*, 1819.
- MÉRIDIEN UNIVERSEL.** — Notice sur le méridien et l'heure universelle. *Janssen*, 1886.
- MÉRIDIENNE DE FRANCE.** — Voir Géodésie.
- MESURES.** — Évaluation des mesures linéaires étrangères en mesures françaises. *De Prony*, 1831.  
Voir Système métrique.
- MÉTÉORES.** — Étoiles filantes et comètes. *Radau*, 1903.
- MÉTÉOROGAPHE.** — Sur un météorographe à longue marche. *Janssen*, 1895.
- MÉTÉOROLOGIE.** — Sur la météorologie cosmique. *Faye*, 1878.  
— Sur les observations de météorologie et de physique du Globe qui pourraient être recommandées aux expéditions scientifiques, 1839.
- MÈTRE.** — Voir Géodésie, Système métrique.
- MINÉRALOGIE.** — Sur la partie minéralogique du voyage de la *Vénus*. *Arago*, 1840.
- MIRE.** — Sur la mire lointaine de l'Observatoire de Nice. *Cornu*, 1892.
- MONDE** (système du). — Voir Système.
- MONNAIES.** — Sur l'altération que les monnaies turques ont éprouvée depuis 1730 jusqu'à nos jours. *A. Jaubert*, 1833.  
— Convention monétaire entre la France, la Belgique, l'Italie et la Suisse, 1867.  
— Monnaies étrangères comparées aux monnaies françaises. *L. Mathieu*, 1828.
- MONTAGNES.** — Sur l'ancienneté relative des différentes chaînes de montagnes de l'Europe. *Arago*, 1830.

— Tables pour le calcul de la hauteur des montagnes par le baromètre. *Oltmanns*, 1817.

— Les observatoires de montagne. *Janssen*, 1892.

MORTIERS. — Voir Chaux.

MOYENS DE COMMUNICATION. — Comparaison des moyens de communication entre la capitale et la province en 1824, avec ceux qui existaient il y a soixante ans. *Girard*, 1825.

NEIGE. — Comment la neige empêche la gelée de descendre profondément dans la terre qu'elle recouvre. *Arago*, 1828.

NEPTUNE. — Avertissement au sujet d'une histoire détaillée de la découverte de Neptune. *Arago*, 1847.

— Notice sur les perturbations; découverte de Neptune. *Tisserand*, 1885.

OBSERVATOIRES. — Sur les observatoires de montagne. *Janssen*, 1892.

OBSERVATOIRE DE PARIS. — Hauteur de l'Observatoire de Paris par rapport aux zéros des échelles tracées sur les ponts de Paris. *Prony*, 1815.

— Extrait d'un rapport fait à la Chambre des Députés sur l'Observatoire de Paris. *Arago*, 1844.

— Rapport sur un crédit de 90 000<sup>fr</sup> demandé pour le pied parallatique de la grande lunette de l'Observatoire. *Arago*, 1852.

— Notice sur la photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la Carte du Ciel. *Mouchez*, 1887.

— DE CLUNY. — *Tisserand*, 1881.

— DU COLLÈGE MAZARIN. — *Tisserand*, 1881.

OBSERVATOIRE DE L'ECOLE MILITAIRE. — *Tisserand*, 1881.

— DE MARSEILLE. — *Tisserand*, 1881.

— DE MONTAUBAN (Duc-Lachapelle). — *Tisserand*, 1881.

— DE MONTSOURIS. — Sur les observations de la Marine, de la Guerre, à Montsouris. *Mouchez, Perrier*, 1876. — L'Ecole d'Astronomie. *Guyou*, 1908.

— DU MONT BLANC. — Sur l'Observatoire du mont Blanc, sa fondation, ses travaux. *Janssen*, 1892, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1901, 1902, 1903.

*Voir* Ascensions.

— DE NICE. — La mire lointaine de l'Observatoire de Nice. *Cornu*, 1892.

— DE TOULOUSE (Garipuy, Darquier, Vidal). — *Tisserand*, 1881.

— DE VIVIERS (Flaugergues). — *Tisserand*, 1881.

ONDES. — Ondes atmosphériques lunaires. *Bouquet de la Grye*, 1895.

ONDULATIONS. — Les forces à distance et les ondulations. *Cornu*, 1896.

ORAGES. — Sur les orages et la formation de la grêle. *Faye*, 1877.

PARALLAXE SOLAIRE. — Notice sur la distance du Soleil à la Lune. *Delaunay*, 1866.

PARALLAXES DES ASTRES. — Les distances des astres. *Bigourdan*, 1908.

PARIS. — Tableau de la chaleur moyenne des jours. *Bouvard*, 1821.

— Températures extrêmes observées à Paris et dans d'autres lieux. *Arago*, 1825.

- PARIS. — Pluie moyenne à Paris. *Arago*, 1824.  
 — Sur la durée des générations viriles dans la ville de Paris pendant le XVIII<sup>e</sup> siècle. *Villot*, 1829.  
 — Comparaison des moyens de communication entre la capitale et la province en 1824, avec ceux qui existaient il y a 60 ans. *Girard*, 1825.

*Voir* Observatoires de Paris, de Montsouris, etc.

- PERTURBATIONS. — Notice sur les perturbations. *Tisserand*, 1885.

PESANTEURS SPÉCIFIQUES. — *Voir* Densités.

PHARES (sur les). — *Arago*, 1831.

PHOTOGRAPHIE CÉLESTE. — Sur le réseau photosphérique solaire et sur la photographie envisagée comme moyen de découvertes en astronomie physique. *Janssen*, 1878.

— Notice sur la photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la Carte du Ciel. *Mouchez*, 1887.

— Congrès de photographie céleste tenu à Paris en 1889-1890.

— La Photométrie photographique. *Janssen*, 1895.

— Sur quelques progrès récents accomplis à l'aide de la photographie dans l'étude de la surface lunaire. *Læwy* et *Puiseux*, 1898.

*Voir* Carte photographique, Comètes, Conférence, etc.

PHOTOMÉTRIE. — La photométrie photographique *Janssen*, 1895.

PHYSIQUE SOLAIRE. — *Voir* Astronomie physique.

PIED PARALLATIQUE. — *Voir* Observatoire de Paris.

PILE VOLTAÏQUE (Notice sur la). — *Arago*, 1834.

PLANÈTES. — Leurs distances. *Bigourdan*, 1908.

— Les époques dans l'histoire astronomique des planètes. *Janssen*, 1897.

— Planètes intra-mercurielles (Notice sur les). *Tisserand*, 1882.

## C. 43

- La question des petites planètes. *Tisserand*, 1891.
- PLUIE. — Sur la pluie. *Arago*, 1825.
- Pluies des tropiques. 1824.
- Table de la quantité moyenne d'eau qui tombe annuellement dans différentes villes. 1816.
- Quantités de pluie qui tombent à diverses hauteurs. *Arago*, 1824.
- POÉSIE. — Science et poésie. *Janssen*, 1903.
- POLARISATION. — Sur la polarisation de la lumière. *Arago*, 1831.
- POLE NORD. — Sa température moyenne. *Arago*, 1825.
- PONTS ET CHAUSSÉES. — Notice sur leurs travaux. *Prony*, 1809.
- POPULATION. — Considérations générales sur la population. 1822.
- Table des populations absolues et des populations spécifiques des départements français. *De Prony*, 1834. *L. Mathieu*, 1841.
- POUZZOLANES. — Voir Chaux.
- PRÉDICTION DU TEMPS. — Est-il possible, dans l'état actuel de nos connaissances, de prédire le temps qu'il fera à une époque et dans un lieu donnés? Peut-on espérer, en tout cas, que ce problème sera résolu un jour? *Arago*, 1846.
- PRIX à décerner par le Bureau des Longitudes. 1835.
- PROBABILITÉS (Notice sur les). — *Laplace*, 1810.
- Sur l'application du calcul des probabilités à la philosophie naturelle. *Laplace*, 1818.
- PROTUBÉRANCES SOLAIRES. — Sur leur étude spectrale. *Janssen*, 1869.
- PUITS ARTÉSIENS (sur les). — *Arago*, 1835.
- PUY DE DÔME. — Deux ascensions au Puy de Dôme à dix ans d'intervalle. *Faye*, 1880.
- RAYONNEMENT NOCTURNE (sur le). — *Arago*, 1828.
- RAYONS. — Les rayons cathodiques et les rayons de Röntgen. *Poincaré*, 1897.

TEMPÉRATURES extrêmes observées à Paris et dans d'autres lieux. *Arago*, 1825.

*Voir Chaleur.*

TEMPÊTES. — Défense de la loi des tempêtes. *Faye*, 1875.

— Sur les grands fléaux de la nature... Les tempêtes... *Faye*, 1884.

TEMPS. — *Voir* Calendrier, Prédiction du temps.

TÉNÉRIFFE. — Une ascension au pic de Ténériffe. *Bouquet de la Grye*, 1889.

TERRE. — Comparaison de la Lune et de la Terre au point de vue géologique. *Faye*, 1881.

*Voir Chaleur, Croûte terrestre.*

THERMOMÉTRIE. — Sur l'état thermométrique du Globe terrestre. *Arago*, 1825.

TONNERRE. — Notice sur le tonnerre. *Arago*, 1838.

TORNADOS. — Sur les treize tornados des 29 et 30 mai 1879 aux États-Unis. *Faye*, 1886.

*Voir Trombes.*

TREMBLEMENTS DE TERRE. — Sur les grands fléaux de la nature... Les tremblements de terre... *Faye*, 1884.

TROMBES. — Sur les grands fléaux de la nature... Les trombes et les tornados... *Faye*, 1884.

TROPIQUES. — Pluies des tropiques. *Arago*, 1824.

UNIVERS. — Notice sur la constitution de l'Univers. *Delaunay*, 1869, 1870.

— Notice sur la formation de l'Univers et du Monde solaire. *Faye*, 1885.

*Voir Cosmogonie.*

VAPEUR. — *Voir* Machines à vapeur, forces élastiques.

VENT. — Table de la force du vent. *Prony*, 1816.

VÉNUS. — Son diamètre. *Bouquet de la Grye*, 1907.

— Passages devant le Soleil. Sur la mission de Saint-Paul. *Mouchez*, 1876.

— Sur la mission du Japon. *Janssen*, 1876.

VESTA. — Notice sur cette planète. *Lalande*, 1808.

VOLCANS. — Liste des volcans actuellement enflammés. *Arago*, 1824.

— Nouveaux volcans des îles Sandwich. *Arago*, 1827.

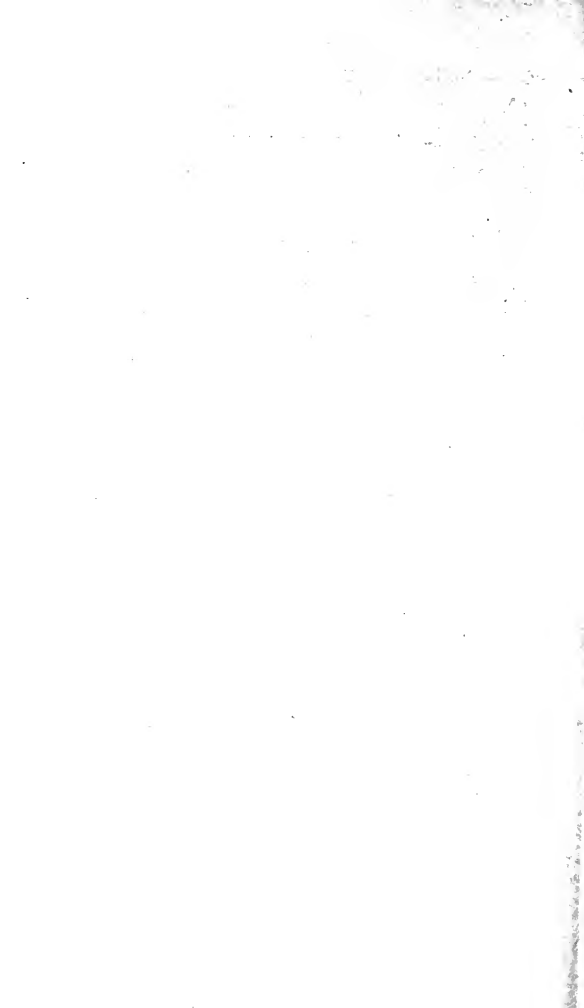
— Sur les grands fléaux de la nature... les volcans... *Faye*, 1884.

VOYAGES. — Sur le voyage de d'Entrecasteaux. 1810.

— Sur le voyage de la *Vénus*, commandée par Du Petit-Thouars. *Arago*, 1840.

ZAÏRE. — Sur une exploration du fleuve Zaïre, en 1826, sous les ordres du cap. J.-K. Truckey. *Arago*, 1819.







# LISTE DES MEMBRES QUI COMPOSENT LE BUREAU DES LONGITUDES.

D. 1

| NOMINA-<br>TIONS.                                       | MEMBRES.                            | ADRESSES.                      | PRÉDÉCES-<br>SEURS.   |
|---|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| MEMBRES TITULAIRES.                                     |                                     |                                |                       |
| <i>Membres appartenant à l'Académie des Sciences.</i>   |                                     |                                |                       |
| 1893  | POINCARÉ (C. ✱).....                | Rue Claude-Bernard, 63.....    | BONNET.               |
| 1898  | LIPPMANN (C. ✱).....                | Rue de l'Éperon, 10.....       | BASSOT.               |
| 1902  | DARBOUX (C. ✱).....                 | Rue Mazarine, 3.....           | CORNU.                |
| <i>Astronomes.</i>                                      |                                     |                                |                       |
| 1886  | BOUQUET DE LA GUYE (C. ✱).....      | Rue de Belloy, 8.....          | VILLARCEAU.           |
| 1899  | RADAU (✱).....                      | Rue de Tournon, 12.....        | TISSERAND.            |
| 1903  | BIGOURDAN (✱).....                  | Rue Cassini, 6.....            | FAYE.                 |
| 1908  | BAILLAUD (O. ✱).....                | A l'Observatoire de Paris..... | LOEWY.                |
| 1908  | DESLANDRES (✱).....                 | A l'Observatoire de Meudon..   | JANSSEN.              |
| <i>Membres appartenant au Département de la Marine.</i> |                                     |                                |                       |
| 1896  | GUYOU (C. ✱), capitaine de frégate. | Boulevard Raspail, 284.....    | FLEURIAIS.            |
| 1901  | FOURNIER (G. C. ✱, ♂), vice-amiral. | Avenue Bosquet, 65.....        | DE BERNAR-<br>DIÈRES. |
| ....  | N.....                              | .....                          | CLOUÉ.                |

## LISTE DES MEMBRES QUI COMPOSENT LE BUREAU DES LONGITUDES (suite).

| NOMINA-<br>TIONS. | MEMBRES.                           | ADRESSES.  | PRÉDÉCES-<br>SEURS. |
|-------------------|------------------------------------|--|---------------------|
|                   |                                    |  |                     |
|                   |                                    | <i>Membre appartenant au Département de la Guerre.</i> |                     |
| ....              | N.....                             | .....  | PERRIER.            |
|                   |                                    | <i>Géographe.</i>                                      |                     |
| 1897              | BASSOT (C. ✱), général .....       | Rue Le Verrier, 15.....                                | D'ABBADIE.          |
|                   |                                    | <i>Artiste ayant rang de titulaire.</i>                |                     |
| 1897              | GAUTIER (✱).....                   | Boulevard Arago, 56.....                               | BRUNNER.            |
|                   |                                    | <b>MEMBRES EN SERVICE EXTRAORDINAIRE.</b>              |                     |
|                   |                                    | <i>Pour le Service géographique de l'armée.</i>        |                     |
| ....              | N.....                             | .....  | DE LA NOË.          |
|                   |                                    | <i>Pour le Service hydrographique.</i>                 |                     |
| 1905              | HANUSSE (O. ✱), directeur d'Hydro- | Boulevard des Rationnelles, 10..                       | HÉRAUD.             |

# LISTE DES MEMBRES QUI COMPOSENT LE BUREAU DES LONGITUDES ( suite ).

| NOMINA-<br>TIONS. | MEMBRES. | ADRESSES. | PRÉDÉCES-<br>SEURS. |
|-------------------|----------|-----------|---------------------|
|                   |          |           |                     |

## *Pour le Service du nivellement au Ministère des Travaux publics.*

1894 | LALLEMAND (O. ✱), direct. du Service  
du nivellement gén. de la France. | Boulevard Émile-Augier, 58.. | GAY.

## MEMBRE ADJOINT.

1906 | CLAUDE..... } Observatoire du Bureau des  
Longitudes au Parc de Mont-  
souris. } SOUCHON.

## ARTISTES

1897 | FÉNON ( ✱ ), directeur de l'École  
nationale d'horlogerie..... | A Besançon ( Doubs )..... | .....  
1897 | CARPENTIER ( C. ✱ )..... | Rue du Luxembourg, 34..... | .....

LISTE DES MEMBRES QUI COMPOSENT LE BUREAU DES LONGITUDES (suite).

D. 4

| NOMINA-<br>TIONS.  | MEMBRES.  | ADRESSES.  | PRÉDÉCES-<br>SEURS. |
|--|---|--|---------------------|
| CORRESPONDANTS DU BUREAU DES LONGITUDES.<br><i>Pour la France.</i> |   |  |                     |
| 1875   | STEPHAN (O. ✱), ancien directeur<br>de l'observatoire de Marseille...                                       | A Marseille (Bouches-du-Rhône)   | .....               |
| 1889   | HATT (O. ✱), ingénieur hydrographe<br>en chef de 1 <sup>re</sup> classe.....                                | Rue Madame, 31.....  | .....               |
| 1889   | DEFFORGES (C. ✱), général... ..   | comm <sup>t</sup> la 78 <sup>e</sup> brigade d'infanterie<br>à Toul (Meurthe-et-Moselle) | .....               |
| 1894   | BENOÎT (O. ✱), directeur du Bureau<br>international des Poids et Mesures.                                   | A Sèvres (Seine-et-Oise).....  | .....               |
| 1895   | MOUREAUX (✱), ancien directeur de<br>l'observatoire météorologique du<br>Parc Saint-Maur.....               | Avenue de l'Étoile, 25<br>Le Parc Saint-Maur (Seine)                                     | .....               |
| 1901   | BOURCÉOIS (✱), lieutenant-colonel,<br>chef de la section de géodésie au<br>Service géographique de l'Armée. | Avenue de la Bourdonnais, 59.  | .....               |
| 1904   | ANDRÉ (O. ✱), directeur de l'obser-<br>vatoire de Paris.....  | A St-Genis-Laval (Rhône)...  | .....               |

LISTE DES MEMBRES QUI COMPOSENT LE BUREAU DES LONGITUDES, (suite).

D. 5

| NOMINA-<br>TIONS.                              | MEMBRES.   | ADRESSES.   | PRÉDÉCES-<br>SEURS. |
|--|--|---|---------------------|
| CORRESPONDANTS. <i>Pour la France</i> (suite). |  |   |                     |
| 1906   | DE LA BAUME-PLUVINEL.....  | Rue de la Baume, 9.....                                   | RAYET.              |
| 1908   | ANDOYER (*), professeur d'Astro-<br>nomie à la Faculté des Sciences..  | Rue du Val-de-Grâce, 1.....                               | BAILLAUD.           |
| 1908   | GONNESSIAT, directeur de l'observa-<br>toire d'Alger. ....             | A la Bouzaréah (Alger).....                               | DESLANDRES.         |
| <i>Pour l'Étranger.</i>                        |  |   |                     |
| 1888   | INDIO DO BRAZIL, capitaine de frégate<br>de la marine brésilienne..... | Rio de Janeiro (Brésil).....                              | .....               |
| 1894   | VANDESANDEBAKHUYZEN (C. *), direc-<br>teur de l'observatoire de Leyde. | Leyde (Pays-Bas).....                                     | .....               |
| 1894   | WEISS (O. *), directeur de l'obser-<br>vatoire de Vienne.....          | Vienne (Autriche).....                                    | .....               |
| 1894   | G. DAVIDSON .....  | 2221 Washington Street, à<br>San Francisco (Californie).} | .....               |
| 1904   | Sir W. H. CHRISTIE, royal astronomer                                   | Greenwich, London, S. E.....                              | .....               |

## LISTE DES MEMBRES QUI COMPOSENT LE BUREAU DES LONGITUDES (suite et fin).

| NOMINA-<br>TIONS.                                 | MEMBRES.  | ADRESSES.   | PRÉDÉCES-<br>SEURS. |
|---|---|---|---------------------|
| CORRESPONDANTS. <i>Pour l'Étranger</i> ( suite ). |   |   |                     |
| 1904  | Sir David GILL (O. ✱), ancien direc-<br>teur de l'observatoire du Cap. .... | 34, De Vere Gardens, London, {<br>W. ....}                  | .....               |
| 1904  | BACKLUND, directeur de l'observatoire<br>de Poulkovo. ....                  | Poulkovo, près Saint-Péters-<br>bourg (Russie). ....        | .....               |
| 1904  | DE GLASENAPP, directeur de l'ob-<br>servatoire de l'Université. ....        | A Saint-Pétersbourg (Russie). {                             | .....               |
| 1909  | W. FÖRSTER, professeur à l'Uni-<br>versité. ....                            | Aborn Allee, 32, Westend, {<br>Berlin-Charlottenburg. ....} | DA GRAGA.           |
| ....  | N. ....   | .....   | S. NEWCOMB.         |

## SECRÉTAIRE-BIBLIOTHÉCAIRE.

1900 | TESSIER (O. ✱)..... | Rue de l'Yvette, 34..... | FARCY.

## CALCULATEURS.

Principaux..... SCHULHOF (✱ I.), ROCQUES DESVALLÉES (✱ I.).  
 1<sup>re</sup> Classe..... J. CONIEL (✱ I.), GUTESMANN (✱ I.), A. MASSON (✱ I.).  
 2<sup>e</sup> Classe..... CAPON (✱ A.), POTTIER (✱ I.), CARBONNELL (✱ A.).  
 3<sup>e</sup> Classe..... M<sup>me</sup> DOMER, Ch. CONIEL, M<sup>ce</sup> SCHMID, J. MASSON.  
 Tanneurs..... M<sup>me</sup> SCHMID (✱ A.). — Stagiaire. KANNAPPEL (✱ A.).

## TABLE DES MATIÈRES.

|   | Pages. |
|---|--------|
| AVERTISSEMENT.....  | III    |
| Signes et abréviations.....   | 2      |
| <i>Calendrier et partie astronomique</i> .....  | 3      |
| Articles principaux du calendrier. Fêtes....  | 3      |
| Époques, dans l'année grégorienne 1910, des<br>fêtes des calendriers russe, israélite, mu-<br>sulman.....   | 4      |
| Annuaire pour l'année 1910.....   | 5      |
| Levers, couchers, temps moyen à midi vrai,<br>ascension droite, déclinaison du Soleil;<br>levers, passages au méridien, couchers,<br>ascension droite, déclinaison, parallaxe,<br>phases de la Lune ..... | 6      |
| Planètes : lever, coucher, passage au méri-<br>dien, ascension droite, déclinaison, distance<br>à la Terre.....   | 30     |

### Calendriers.

|   |    |
|---|----|
| Calendrier grégorien (nouveau style).....   | 36 |
| Calendrier julien (vieux style).....  | 45 |
| Période julienne.....   | 50 |
| Ères diverses .....   | 51 |
| Vérification des dates. Concordance des Ca-<br>lendriers julien (vieux style) et grégorien<br>(nouveau style) ..... | 52 |
| Calendriers : cophte; musulman; israélite;<br>républicain; chinois.....   | 62 |
| Concordance des Calendriers dans l'année<br>grégorienne 1910.....   | 72 |

## Phénomènes astronomiques principaux observables en 1910.

|  | Pages. |
|--|--------|
| Éclipses de Soleil et de Lune.....   | 76     |
| Occultations des planètes et des étoiles par<br>la Lune.....               | 78     |
| Eclipses des satellites et autres phénomènes<br>du système de Jupiter..... | 79     |
| Aspect des planètes.....   | 82     |
| Points radiants des étoiles filantes.....                                  | 91     |
| Etoiles variables.....   | 613    |

### Système solaire.

|   |     |
|---|-----|
| <i>Soleil</i> .....   | 96  |
| Ecliptique, obliquité, excentricité.....  | 96  |
| Equinoxes, solstices, saisons.....  | 97  |
| Précession des équinoxes, nutation.....   | 99  |
| Zodiaque.....   | 101 |
| Jour vrai, moyen, sidéral.....  | 101 |
| Année sidérale, tropique, anomalistique....   | 102 |
| Éléments divers.....  | 103 |
| Tableau des demi-diamètres et des distances<br>à la Terre en 1910.....  | 104 |
| Translation du système solaire dans l'espace.   | 105 |
| Crépuscule civil et astronomique; durée du<br>jour à différentes latitudes.....   | 106 |
| Tables de corrections pour déduire des levers<br>et couchers du Soleil à Paris les levers et<br>couchers dans un lieu compris entre 0°<br>et 60° de latitude boréale..... | 108 |
| Cadrams solaires.....   | 113 |
| Physique solaire; rotation.....   | 121 |
| Spectroscopie solaire.....  | 123 |
| <i>Lune</i> .....   | 127 |
| Orbite, rotation, libration.....  | 127 |
| Révolutions diverses.....   | 128 |
| Éléments de l'orbite; grandeur.....   | 129 |
| Constitution physique; lumière; tempéra-<br>ture.....   | 130 |
| Lune pascal, rousse.....  | 133 |



|   |     |
|---|-----|
| Table donnant le demi-diamètre de la Lune et sa distance à la Terre, connaissant la parallaxe.....  | 134 |
| Tables de corrections pour déduire des levers et couchers de la Lune à Paris les levers et couchers dans un lieu compris entre 0° et 60° de latitude boréale..... | 135 |
| <i>Terre</i> .....  | 141 |
| Aplatissement, dimensions.....  | 141 |
| Attraction, gravité, pesanteur, densité.....  | 144 |
| Coordonnées terrestres.....   | 150 |
| Positions des observatoires français.....   | 152 |
| Tableau des longueurs d'arcs de méridien et de parallèle à différentes latitudes.....   | 153 |
| Tables de conversion des degrés en grades et réciproquement.....  | 154 |
| Tables de conversion du temps en parties de l'équateur et réciproquement.....   | 156 |
| Variation de la température.....  | 158 |
| Réfraction.....   | 161 |
| Marées.....   | 164 |
| Heures de la pleine mer à Brest.....  | 167 |
| Coefficients des marées pour 1910.....  | 167 |
| Corrections des heures de Brest et Tableau des unités de hauteurs pour les principaux ports des côtes de la Manche et de la mer du Nord.....                      | 173 |
| Grandes marées du globe comparées.....  | 176 |
| Mascaret.....   | 177 |
| <i>Planètes.</i> — Tableau des principaux éléments du système solaire.....  | 178 |
| Tableau des éléments des planètes télescopiques.....  | 183 |
| Éléments écliptiques des satellites de Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune.....   | 213 |
| <i>Comètes.</i> — Éléments des comètes périodiques.....   | 220 |
| Comètes apparues en 1908, auteurs et lieux de la découverte, précis historique, éléments astronomiques.....   | 225 |

## D.10

### Étoiles.

|  | Pages. |
|--|--------|
| Jour sidéral, temps sidéral. Coordonnées célestes. Ascension droite. Déclinaison, hauteur, azimut..... | 234    |
| Heure du passage des étoiles au méridien...  | 235    |
| Temps sidéral à 12 <sup>h</sup> , temps moyen, en 1910.  | 237    |
| Heure du passage de la polaire au méridien en 1910 .....   | 238    |
| Plus grande digression de la polaire en 1910.  | 239    |
| Positions moyennes d'étoiles pour le 1 <sup>er</sup> janvier 1910, spectres.....                       | 240    |

### Données physiques et chimiques.

|  |     |
|--|-----|
| Cartes magnétiques de la France.....   | 254 |
| Eléments magnétiques en France.....  | 263 |
| »                   »                   en Algérie et Tunisie .....                    | 276 |
| »                   »                   dans différents observatoires.....             | 277 |
| Comparaison et réduction des thermomètres.....   | 279 |
| Températures de fusion et d'ébullition.....  | 284 |
| Températures élevées .....   | 289 |
| Dilatation.....  | 290 |
| Réduction des hauteurs barométriques.....  | 310 |
| Tension de la vapeur de mercure.....   | 313 |
| Densités.....  | 314 |
| Comparaison des aréomètres .....   | 356 |
| Tables de la richesse alcoolique des liquides et du volume correspondant à leur poids. | 358 |
| Rapport du poids de l'air au poids de l'eau..  | 365 |
| Poids spécifiques et densités des gaz.....   | 366 |
| Tensions de vapeur.....  | 376 |
| Points de liquéfaction des gaz .....   | 383 |
| Chaleurs spécifiques.....  | 385 |
| Chaleurs latentes.....   | 390 |
| Point critique des fluides.....  | 395 |
| Points critiques et points d'ébullition.....   | 399 |
| Solubilité.....  | 412 |

## D. 11

|  | Pages. |
|--|--------|
| Conductibilité calorifique.....  | 434    |
| Élasticité des solides.....  | 436    |
| Compressibilité des liquides.....  | 438    |
| Capillarité.....   | 440    |
| Frottement des solides.....  | 444    |
| Viscosité des fluides.....   | 445    |
| Acoustique.....  | 449    |
| Optique et spectroscopie.....  | 451    |
| Indices de réfraction.....   | 464    |
| Pouvoirs rotatoires.....   | 486    |
| Pouvoir diélectrique.....  | 502    |
| Unités C.G.S. électriques.....   | 503    |
| Équivalent mécanique de la chaleur.....                                    | 506    |
| Unités électromagnétiques absolues.....                                    | 507    |
| Relations entre les mesures électrostatiques<br>et électromagnétiques..... | 512    |
| Vitesse de propagation des phénomènes élec-<br>triques.....                | 516    |
| Vitesse de l'électricité.....  | 519    |
| Forces électromotrices.....  | 521    |
| Résistances électriques.....   | 526    |
| Électro-optique.....   | 529    |
| Équivalents électrochimiques.....  | 531    |
| Tableau des corps simples et de leurs poids<br>atomiques.....              | 540    |
| Thermochimie.....  | 545    |
| Alliages et soudures.....  | 593    |
| Combustibles.....  | 600    |
| Pétroles.....  | 602    |
| Houilles et goudrons.....  | 603    |
| Analyses des cendres des végétaux.....                                     | 604    |
| » bières.....  | 605    |
| » vins.....  | 606    |
| » cidres.....  | 608    |
| » céréales.....  | 608    |
| » engrais.....   | 609    |
| Poudres et matières explosibles.....                                       | 611    |

### Étoiles variables.

|  |     |
|--|-----|
| Éphémérides des étoiles variables pour 1910. | 613 |
|--|-----|

## NOTICES SCIENTIFIQUES.

Pages.

|   |       |
|---|-------|
| <i>Sur la réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la carte du Ciel en 1909</i> , par M. B. BAILLAUD..... | A. 1  |
| <i>Les marées de l'écorce et l'élasticité du Globe terrestre</i> , par M. LALLEMAND..   | B. 1  |
| <i>Tables des notices de l'Annuaire du Bureau des Longitudes, de l'origine à 1910</i> , par M. G. BIGOURDAN.....                              | C. 1  |
| Liste des Membres qui composent le Bureau des Longitudes .....  | D. 1  |
| Table des Matières.....   | D. 7  |
| Table alphabétique .....  | D. 13 |

## PLANCHES.

|  |     |
|--|-----|
| Courbe du midi moyen .....   | 117 |
| Lignes d'égale déclinaison au 1 <sup>er</sup> janvier 1896.....            | 252 |
| Lignes d'égale inclinaison au 1 <sup>er</sup> janvier 1896.....            | 256 |
| Lignes d'égale composante horizontale au 1 <sup>er</sup> janvier 1896..... | 260 |



## TABLE ALPHABÉTIQUE.

## A

|  | ages. |
|--|-------|
| Aberration de la lumière.....                                | 451   |
| Abréviations.....  | 2     |
| Accélération de la pesanteur.....                            | 144   |
| Acétone : dilatation.....                                    | 308   |
| » tension de vapeur.....                                     | 381   |
| Acide azotique : densité.....                                | 345   |
| » carbonique : viscosité.....                                | 448   |
| » chlorhydrique : densité.....                               | 344   |
| » oxalique : densité.....                                    | 350   |
| » sulfurique : densité.....                                  | 342   |
| » » tension de vapeur.....                                   | 378   |
| » tannique : densité.....                                    | 350   |
| Acides (chaleur dégagée dans la formation).                  | 580   |
| » densités..... 318 et                                       | 339   |
| » dilatation.....  | 308   |
| » pouvoirs rotatoires..... 490 et                            | 498   |
| » résistance électrique.....                                 | 528   |
| » (solutions) : densités..... 342 et                         | 349   |
| Acoustique.....  | 449   |
| Air : coefficient de dilatation.....                         | 295   |
| » (poids du litre d').....                                   | 365   |
| » (spectre de l').....                                       | 463   |
| » température.....   | 158   |
| » viscosité.....   | 448   |
| Albedo.....  | 132   |
| Albuminoïdes (matières) : pouvoir rota-<br>toire..... 496 et | 501   |
| Alcalines (densités de solutions).....                       | 346   |
| Alcalis (chaleur dégagée dans la formation).                 | 586   |
| Alcaloïdes : pouvoir rotatoire..... 493 et                   | 500   |
| Alcool : densité.....  | 353   |
| » points d'ébullition.....                                   | 364   |

## D.14

|  | Pages.    |
|--|-----------|
| Alcool : tension de vapeur.....                        | 380       |
| » viscosité.....                                       | 446       |
| » (solubilité des gaz dans l').....                    | 413       |
| » (solubilité des minéraux dans l')....                | 416       |
| » méthylique : tension de vapeur.....                  | 380       |
| Alcools (chaleur dégagée dans la formation).           | 576       |
| » (dilatation des)....                                 | 308       |
| Alcoolique (Table de la richesse).....                 | 358       |
| » (titre).....   | 363       |
| Aldéhydes (chaleur dégagée dans la formation des)..... | 578       |
| Algérie : éléments magnétiques .....                   | 276       |
| Alliages fusibles. ....                                | 593       |
| » naturels : densité.....                              | 318       |
| » (principaux).....                                    | 594       |
| » résistance électrique.....                           | 526       |
| Allongement longitudinal.....                          | 436       |
| Altitude.....  | 151       |
| » (variation de la gravité avec l')....                | 145       |
| Aluminates : densités.....                             | 319       |
| Aluminium (alliages d').....                           | 598       |
| » spectre.....   | 461       |
| Alun d'ammoniaque : densité.....                       | 351       |
| » de potasse : densité .....                           | 351       |
| Almicantarat .....                                     | 235       |
| Ampère..... 508 et                                     | 510       |
| Ampère-heure.....                                      | 509       |
| Ammoniacaux (formation des sels).....                  | 568       |
| Analyses diverses.....                                 | 604       |
| Animal (densité de substances du règne)...             | 337       |
| Anneaux de Saturne (éléments).....                     | 218       |
| Année abondante .... 63 et                             | 64        |
| » anomalistique .....                                  | 103       |
| » bissextile (cal. grégorien) .....                    | 37        |
| » » (cal. julien) .....                                | 45        |
| » civile.....  | 36        |
| » défective.....                                       | 64        |
| » embolismique .....                                   | 64        |
| » fixe.....  | 62        |
| » julienne .....                                       | 15 et 178 |

# D.15

|  | Pages.         |
|--|----------------|
| Année lunaire.....   | 63             |
| » pleine.....  | 68             |
| » régulière.....   | 64             |
| » séculaire.....   | 36             |
| » sidérale.....  | 102            |
| » tropique.....  | 36, 102 et 178 |
| » vague.....   | 62             |
| Annuaire pour 1910.....                                      | 5              |
| Anode.....   | 531            |
| Anomalistique : année.....                                   | 103            |
| » . révolution.....  | 128            |
| Antifriction (alliages).....                                 | 598            |
| Antimoniates : densités.....                                 | 320            |
| Antimoniures : densités.....                                 | 320            |
| Apex.....  | 105            |
| Aphélie.....   | 100            |
| Aplatissement terrestre.....                                 | 141            |
| Apogée lunaire.....  | 127            |
| » solaire.....   | 100            |
| Apsides (ligne des).....                                     | 100            |
| Arcs (conversion en temps).....                              | 157            |
| » de méridiens (longueurs).....                              | 153            |
| » de parallèles (longueurs).....                             | 153            |
| Aréomètre Baumé.....   | 355            |
| Aréomètres (comparaison des).....                            | 356            |
| Argon : spectre.....   | 462            |
| Arséniates : densités.....                                   | 320            |
| Arséniures : densités.....                                   | 321            |
| Ascension droite.....  | 234            |
| Aspects des planètes.....                                    | 82             |
| Astronomique (crépuscule).....                               | 106            |
| Atmosphère coronale.....                                     | 122            |
| » : variation de la température...                           | 158            |
| Attraction terrestre.....                                    | 144            |
| Avertissement.....   | III            |
| Azimut.....  | 235            |
| » de la Polaire.....   | 239            |
| Azote : viscosité.....                                       | 448            |
| Azotés (chaleur dégagée dans la formation des composés)..... | 586            |

# D.16

## B

|   | Pages. |
|---|--------|
| Barométriques (Tables pour le calcul des hauteurs)..... | 310    |
| Benzine : tension de vapeur.....                        | 380    |
| Bières (analyse des).....                               | 605    |
| Bioxalate de potassium : densité.....                   | 351    |
| Biréfringents : bi-axes (indices).....                  | 481    |
| » uni-axes (indices).....                               | 478    |
| Bois : densités.....                                    | 337    |
| Borates : densités.....                                 | 321    |
| Borotitanates : densités.....                           | 321    |
| Bougie décimale.....                                    | 454    |
| Bromure d'éthyle : tension de vapeur.....               | 381    |
| » d'éthylène : tension de vapeur....                    | 381    |
| » de cadmium : densité.....                             | 352    |
| » de magnésium : densité.....                           | 352    |
| » de zinc : densité.....                                | 352    |
| Bromures : combinaisons chimiques.....                  | 554    |
| » densités..... 321 et                                  | 352    |
| » dilatation.....                                       | 308    |
| Bureau des Longitudes (liste des Membres). D.1          |        |

## C

|  |     |
|--|-----|
| Cadmium : spectre.....                     | 461 |
| Cadrams solaires.....                      | 113 |
| Calendrier : articles principaux.....      | 3   |
| » chinois..... 68 et                       | 71  |
| » cophte..... 62 et                        | 72  |
| » grégorien..... 3, 5 et                   | 36  |
| » israélite..... 4, 64 et                  | 72  |
| » julien..... 4, 45 et                     | 72  |
| » musulman..... 4, 63 et                   | 72  |
| » républicain..... 66 et                   | 72  |
| Calendriers (concordance des).....         | 72  |
| Calcite : indices de réfraction.....       | 472 |
| Caloric..... 385, 504 et                   | 506 |
| » (équivalent mécanique de la petite). 506 |     |
| Calorifique (capacité).....                | 385 |
| » (conductibilité).....                    | 434 |
| » (puissance) des combustibles....         | 600 |



# D.17

|   | Pages. |
|---|--------|
| Candle.....   | 453    |
| Capacité calorifique.....   | 385    |
| Capillaires (constantes).....                                       | 442    |
| Capillarité.....  | 440    |
| Carbonate de potassium : densité.....                               | 350    |
| » de sodium : densité.....  | 349    |
| Carbonates : densités..... 321, 349 et                              | 350    |
| Carbure d'hydrogène (rendement des gou-<br>drons en).....           | 603    |
| Carbures (chaleur dégagée dans la forma-<br>tion des).....          | 574    |
| Carte des lignes d'égale composante.....                            | 260    |
| » déclinaison.....  | 252    |
| » inclinaison.....  | 256    |
| Cathode.....  | 531    |
| Cendres des végétaux (analyse des).....                             | 604    |
| Centigrade (thermomètre)..... 279 et                                | 281    |
| Céréales (analyse des).....   | 608    |
| Chaleur dégagée dans la formation des com-<br>posés organiques..... | 574    |
| » (équivalent mécanique de la).....                                 | 506    |
| Chaleurs latentes de fusion.....                                    | 390    |
| » de vaporisation..   | 391    |
| » de l'eau...   | 394    |
| » spécifiques.....  | 385    |
| » totales de vaporisation.....                                      | 393    |
| Champ magnétique (unité de).....                                    | 507    |
| Cheval-heure.....   | 505    |
| » -vapeur.....  | 504    |
| Chimiques (données).....  | 251    |
| Chlorate de potasse : densité.....                                  | 351    |
| Chlorés (chaleur dégagée dans la formation<br>des composés).....    | 584    |
| Chloroforme : tension de vapeur.....                                | 380    |
| Chlorure d'ammonium : densité.....                                  | 349    |
| » d'éthyle : tension de vapeur.....                                 | 381    |
| » de platine : densité.....   | 348    |
| » de potassium : densité. ∴.....                                    | 349    |
| » de sodium : densité.....  | 349    |
| » résistance électrique..   | 528    |

|  | Pages.     |
|--|------------|
| Chlorures : combinaisons chimiques.....                | 552        |
| » densités .....                                       | 322 et 349 |
| » dilatation.....                                      | 308        |
| » métalliques (formation des) ...                      | 562        |
| Chromate de potassium : densité.....                   | 348        |
| Chromates : densités .....                             | 322        |
| Chromosphère .....                                     | 122        |
| Cidres (analyse des) .....                             | 608        |
| Civil (crépuscule) .....                               | 106        |
| » (temps moyen).....                                   | 5          |
| Coefficient de compressibilité.....                    | 438        |
| » de frottement des solides.....                       | 441        |
| » de frottement intérieur.....                         | 445        |
| » de la marée.....                                     | 165        |
| » d'élasticité des solides.....                        | 436        |
| » de viscosité .....                                   | 445        |
| Combustibles .....                                     | 600        |
| » (analyse des). .....                                 | 601        |
| » minéraux : densités.....                             | 331        |
| Comètes apparues en 1908 .....                         | 225        |
| » périodiques dont le retour a été observé .....       | 220        |
| Comparaison des aréomètres .....                       | 356        |
| » des thermomètres.....                                | 279 et 281 |
| Composante horizontale (carte des lignes d'égale)..... | 260        |
| » » dans divers observatoires.....                     | 277        |
| » » en Algérie et Tunisie.....                         | 276        |
| » » en France. 263 et                                  | 275        |
| Composé explosif (décomposition d'un)....              | 568        |
| Composés azotés (chaleur dégagée).....                 | 586        |
| » chlorés (chaleur dégagée).....                       | 584        |
| » (densités de quelques) .....                         | 338        |
| » métalliques : densités.....                          | 336        |
| » minéraux : solubilité.....                           | 415        |
| » organiques (chaleur dégagée) ...                     | 574        |
| Compressibilité des liquides .....                     | 438        |
| Comput (cal. grégorien).....                           | 3 et 37    |

|  | Pages. |
|--|--------|
| Comput (cal. julien) . . . . .   | 46     |
| Concordance des calendriers en 1910 . . . . .                                | 72     |
| » » » julien et grégorien. 57 et   | 72     |
| » » » républicain et grégorien. 67 et  | 72     |
| Concurrents . . . . .  | 60     |
| Conductibilités calorifiques . . . . .                                       | 434    |
| Constantan . . . . .   | 527    |
| Constantes capillaires . . . . .   | 442    |
| Constitution physique de la Lune . . . . .                                   | 130    |
| Contraction transversale . . . . .   | 436    |
| Conversion des centièmes en volumes en centièmes en poids (alcool) . . . . . | 364    |
| » des degrés en grades . . . . .   | 154    |
| » des grades en degrés . . . . .   | 155    |
| » des parties de l'équateur en temps . . . . .                               | 157    |
| » des taux de sucre . . . . .  | 354    |
| » du temps en parties de l'équateur . . . . .                                | 156    |
| Coordonnées célestes . . . . .   | 234    |
| » terrestres . . . . .   | 150    |
| Corps biréfringents : indices . . . . .                                      | 478    |
| » cristallisés : dilatation . . . . .  | 300    |
| » fondus : constantes capillaires . . . . .                                  | 443    |
| » monoréfringents : indices . . . . . 466 et                                 | 470    |
| » neutres : pouvoirs rotatoires . . . . .                                    | 491    |
| » simples : chaleurs spécifiques . . . . .                                   | 386    |
| » » états isomériques . . . . .  | 592    |
| » » équivalents électrochimiques . . . . . 531 et                            | 538    |
| » » poids atomiques . . . . .  | 540    |
| » » solides : densités . . . . . 314 et                                      | 318    |
| » solides : dilatation linéaire . . . . . 290 et                             | 296    |
| Corrections des levers et couchers de la Lune . . . . .                      | 135    |
| » des levers et couchers du Soleil . . . . .                                 | 108    |
| Couleurs du spectre (limite des) . . . . .                                   | 456    |
| Coulomb . . . . .  | 509    |
| Couples électriques usuels . . . . .   | 522    |
| » étalons . . . . .  | 521    |

## D.20

|                                      | Pages. |
|--------------------------------------|--------|
| Couples thermo-électriques.....      | 524    |
| Courbe du midi moyen.....            | 116    |
| Crépuscules (durée des).....         | 106    |
| Cristaux : dilatation.....           | 300    |
| » indices de réfraction .... 472 et  | 478    |
| Critiques (points)..... 395 et       | 399    |
| Cycle des épactes.....               | 38     |
| » lunaire (cal. grégorien).....      | 38     |
| » » (cal. julien).....               | 46     |
| » solaire (cal. grégorien)..... 3 et | 37     |
| » » (cal. julien).....               | 46     |

## D

|   |     |
|---|-----|
| Dates (vérification des).....           | 52  |
| Déclinaison astronomique.....           | 234 |
| » magnétique (carte des lignes de).     | 252 |
| » » dans divers observa-<br>toires..... | 277 |
| » » en Algérie et Tunisie               | 276 |
| » » en France.. 263 et                  | 275 |
| Définition du mètre.....                | 143 |
| Degrés conversion en grades. ....       | 154 |
| » » en temps.....                       | 157 |
| Demi-diamètre de la Lune..... 129 et    | 134 |
| » du Soleil..... 103 et                 | 104 |
| Densité absolue des minéraux.....       | 316 |
| » de composés divers.... 336 et         | 338 |
| » de la Lune..... 130 et                | 180 |
| » de la Terre..... 148 et               | 180 |
| » de l'acide azotique.....              | 345 |
| » » chlorhydrique.....                  | 344 |
| » de l'eau.....                         | 340 |
| » de liquides divers.....               | 339 |
| » de roches diverses.....               | 335 |
| » de solutions acides diverses.....     | 349 |
| » » alcalines diverses.....             | 346 |
| » » d'acide azotique.....               | 345 |
| » » d'acide sulfurique.....             | 342 |

## D.21

|  | Pages.     |
|--|------------|
| Densité de solutions de bromures divers.....     | 352        |
| »           »           de ferrocyanure de po-   |            |
| tassium .....                                    | 348        |
| »           »           de glycérine.....        | 352        |
| »           »           de nitrates divers.....  | 348        |
| »           »           de sulfates divers.....  | 347        |
| »           »           d'hyposulfite de soude.. | 348        |
| »           »           d'iodures divers.....    | 352        |
| »           »           salines diverses.....    | 349        |
| »   de substances diverses.....                  | 336        |
| »   des combustibles minéraux.....               | 331        |
| »   des corps simples solides.....               | 314        |
| »   des gaz.....                                 | 366        |
| »   des mélanges d'eau et d'alcool.....          | 353        |
| »   des minéraux .....                           | 316 et 318 |
| »   des pétroles.....                            | 602        |
| »   des pierres précieuses.....                  | 332        |
| »   des planètes .....                           | 180        |
| »   du mercure.....                              | 341        |
| »   du Soleil.....                               | 103 et 180 |
| »   du sucre (conversion des taux).....          | 354        |
| Densités à +12°,5 correspondant aux de-          |            |
| grés d'un aréomètre Baumé.....                   | 355        |
| Départements : éléments magnétiques.....         | 263        |
| Diamètres des planètes.....                      | 180        |
| Diapason normal .....                            | 450        |
| Dichotomie.....                                  | 130        |
| Diélectriques (pouvoirs).....                    | 502        |
| Diffraction (réseaux de).....                    | 455        |
| Digression de la polaire.....                    | 239        |
| Dilatation cubique du verre.....                 | 295        |
| »   des cristaux.....                            | 300        |
| »   des gaz.....                                 | 295        |
| »   des liquides .....                           | 307 et 308 |
| »   des métaux .....                             | 296        |
| »   linéaire des solides.....                    | 290 et 296 |
| Dimensions de la Lune.....                       | 129 et 180 |
| »   de la Terre.....                             | 141        |
| »   des planètes.....                            | 180        |
| »   du Soleil.....                               | 103 et 180 |

## D.22

|  | Pages.          |
|--|-----------------|
| Distance de la Lune à la Terre.....                    | 129 et 133      |
| » de la Terre au Soleil.....                           | 103 et 104      |
| » des planètes au Soleil.....                          | 178             |
| » zénithale.....                                       | 235             |
| Diurne (moyen mouvement) des planètes principales..... | 178             |
| Dominicales (lettres).....                             | 3, 37, 41 et 48 |
| Draconitique (révolution).....                         | 128             |
| Durée de la rotation des planètes.....                 | 180             |
| » des crépuscules.....                                 | 106             |
| » des saisons.....                                     | 98              |
| » du jour à différentes latitudes.....                 | 107             |
| » » chaque mois.....                                   | 6               |
| Dyne.....  | 503             |

## E

|  |            |
|--|------------|
| Eau : chaleurs de vaporisation.....      | 391 et 393 |
| » » latentes.....                        | 394        |
| » densité et volume.....                 | 340        |
| » distillée : volume.....                | 341        |
| » indices de réfraction.....             | 468        |
| » (solubilité des gaz dans l').....      | 412        |
| » (solubilité des minéraux dans l')..... | 416        |
| » tension de vapeur.....                 | 376        |
| » viscosité.....                         | 446        |
| Ébullition (points d').....              | 285 et 399 |
| » » de l'alcool aqueux.....              | 364        |
| » » des gaz liquéfiés.....               | 383        |
| » » des pétroles.....                    | 602        |
| » (températures d').....                 | 284 et 285 |
| Éclat des étoiles principales.....       | 240        |
| » » (variations périodiques de l')..     | 613        |
| » intrinsèque.....                       | 452        |
| Éclipses de Soleil et de Lune.....       | 76         |
| » des satellites de Jupiter.....         | 79         |
| Écliptique.....                          | 96         |
| Elasticité des solides.....              | 436        |
| Électricité.....                         | 502        |
| » (vitesse de l').....                   | 516 et 519 |

## D.23

|   | Pages.          |
|---|-----------------|
| Électriques (unités) .....                      | 507 et 510      |
| » (couples) .....                               | 521 et 522      |
| Électrochimiques (équivalents) .....            | 531             |
| Électrodes .....                                | 531             |
| Électrolyse .....                               | 531             |
| Électrolyte .....                               | 531             |
| Électromagnétiques (unités) .....               | 507 et 512      |
| Électromotrice (unité de force) .....           | 508 et 511      |
| Électro-optique .....                           | 529             |
| Électrostatiques (unités) .....                 | 512             |
| Éléments des comètes périodiques .....          | 220             |
| » des planètes télescopiques .....              | 183             |
| » du système solaire .....                      | 178             |
| » écliptiques des satellites des planètes ..... | 213             |
| » magnétiques dans divers observatoires .....   | 277             |
| » » en Algérie et Tunisie ..                    | 276             |
| » » en France ....                              | 263 et 275      |
| Émétique (densité des solutions d') .....       | 351             |
| Énergie (comparaison des unités d') .....       | 504             |
| Engrais (analyse des) .....                     | 609             |
| » marins (analyse des) .....                    | 610             |
| Entrée du Soleil dans les signes du Zodiaque .. | 101             |
| Épacte .....                                    | 3, 38, 43 et 47 |
| Épagomènes .....                                | 62              |
| Équateur céleste .....                          | 234             |
| » (conversion en temps des parties de l') ..... | 157             |
| » solaire .....                                 | 100 et 122      |
| » terrestre .....                               | 143             |
| Équation de la lumière .....                    | 451             |
| » du télégraphiste .....                        | 517             |
| » du temps .....                                | 102             |
| Équinoxes .....                                 | 97              |
| Équivalent mécanique de la chaleur .....        | 506             |
| » » de la petite calorie ..                     | 506             |
| Équivalents électro-chimiques .....             | 531             |
| Ères diverses .....                             | 51              |
| Erg .....                                       | 503             |

## D. 24

|  | Pages.     |
|--|------------|
| Essence de térébenthine : tension de vapeur... | 380        |
| Essences : pouvoirs rotatoires.....            | 492 et 498 |
| Étalons de lumière.....                        | 453        |
| » électriques.....                             | 521        |
| États isomériques des corps simples.....       | 592        |
| Éther : tension de vapeur.....                 | 380        |
| Éthers (chaleur dégagée dans la formation).    | 582        |
| » dilatation.....                              | 309        |
| Éthylène : viscosité.....                      | 448        |
| Étoile polaire : azimut, digression.....       | 239        |
| » passage au méridien.....                     | 238        |
| » position moyenne.....                        | 240        |
| Étoiles.....                                   | 233        |
| » filantes et points radiants.....             | 91         |
| » occultations visibles à Paris.....           | 78         |
| » passage au méridien.....                     | 235        |
| » positions moyennes.....                      | 240        |
| » spectres.....                                | 240 et 246 |
| » variables.....                               | 613        |
| Évaluation des températures élevées.....       | 289        |
| Excentricité.....                              | 97         |
| Explosif (décomposition d'un composé).....     | 568        |
| Explosifs (données relatives aux)...           | 611 et 612 |

## F

|   |            |
|---|------------|
| Facules.....                                | 121        |
| Fahrenheit (thermomètre).....               | 279        |
| Farad.....                                  | 509        |
| Fêtes.....                                  | 3, 4 et 6  |
| Fluides : points critiques.....             | 395        |
| » viscosité.....                            | 445        |
| Fluorine : indices de réfraction.....       | 476        |
| Fluorures : densités.....                   | 322        |
| Force électromotrice (unité de).....        | 508 et 511 |
| Forces électromotrices des couples usuels.. | 522        |
| » des couples thermo-électriques.....       | 524        |
| » des piles étalons.....                    | 521        |
| France : éléments magnétiques.....          | 263 et 275 |



## D.25

|                                   | Pages.     |
|-----------------------------------|------------|
| Frottement des solides.....       | 444        |
| » intérieur (coefficient de)..... | 445        |
| Fumiers (analyse des).....        | 609        |
| Fusion (chaleur latente de).....  | 390        |
| » » de la glace.....              | 394        |
| » (points de).....                | 285        |
| » (températures de).....          | 284 et 285 |

## G

|   |            |
|---|------------|
| Gauss.....  | 507        |
| Gaz composés : chaleurs spécifiques.....                        | 389        |
| » densités.....   | 366        |
| » dilatation.....   | 295        |
| » liquéfiés : tension de vapeur.....                            | 382        |
| » » points de liquéfaction, d'ébullition et de solidification.. | 383        |
| » poids spécifiques.....  | 366        |
| » réfraction.....   | 464        |
| » (rendement des houilles en).....                              | 603        |
| » solubilité dans l'alcool.....                                 | 413        |
| » » dans l'eau.....   | 412        |
| » spectres.....   | 462        |
| » viscosité.....  | 448        |
| Glucosides : pouvoirs rotatoires.....                           | 495        |
| Glycérine (densités de solutions de).....                       | 352        |
| Goëmons (analyse des).....                                      | 610        |
| Goudron (rendement des) en carbure.....                         | 603        |
| » (rendement des houilles en).....                              | 603        |
| Grades : conversion en degrés.....                              | 155        |
| Grains (poids moyen d'un hectolitre de)...                      | 608        |
| Grande calorie.....   | 504 et 506 |
| Grandes marées du Globe comparées.....                          | 176        |
| Grandeur de la Lune.....  | 129        |
| » du Soleil.....  | 103        |
| Gravité.....  | 144        |
| Guano (analyse du).....   | 609        |

## H

|  |     |
|--|-----|
| Hauteur astronomique.....                      | 235 |
| Hauteurs barométriques (réduction à zéro)..... | 310 |

## D. 26

|   | Pages. |
|---|--------|
| Hauteurs barométriques (Table pour corriger de l'action capillaire) ..... | 312    |
| » des montagnes lunaires.....   | 131    |
| Horse-Power (HP).....   | 505    |
| Hégire.....   | 63     |
| Hélium..... 125 et  | 541    |
| » : spectre .....   | 462    |
| Houilles (rendement en gaz et en goudron)..                               | 603    |
| Hydrogène (spectre de l').....  | 463    |
| » viscosité .....   | 448    |
| Hydrures : combinaisons chimiques.....                                    | 546    |
| Hyposulfite de sodium : densité .....                                     | 348    |

### I

|  |     |
|--|-----|
| Inclinaison de l'orbite solaire .....        | 97  |
| » magnétique (cartes des lignes              |     |
| » d'égale) .....                             | 256 |
| » » dans divers observa-                     |     |
| toires.....                                  | 277 |
| » » en Algérie et Tunisie.....               | 276 |
| » » en France... 263 et                      | 275 |
| Indices de réfraction .....                  | 464 |
| Indiction romaine..... 3 et                  | 37  |
| Inflammation des pétroles (température d').. | 602 |
| Intensité d'un courant électrique .....      | 508 |
| » (unité d')..... 508, 510 et                | 512 |
| Invar.....                                   | 299 |
| Iodure de baryum : densité .....             | 352 |
| » de calcium : densité.....                  | 352 |
| » de strontium : densité.....                | 352 |
| » d'éthyle : tension de vapeur .....         | 381 |
| Iodures : combinaisons chimiques.....        | 554 |
| » densités..... 323 et                       | 352 |
| Isomériques (états) des corps simples .....  | 592 |

### J

|                 |     |
|-----------------|-----|
| Joule.....      | 503 |
| Jour civil..... | 5   |

## D. 27

|   | Pages. |
|---|--------|
| Jour (durée du) à différentes latitudes.....  | 107    |
| » moyen.....  | 102    |
| » sidéral..... 102 et   | 234    |
| » solaire vrai.....   | 101    |
| Julienne (période).....   | 50     |
| Jupiter (éclipses des satellites et autres<br>phénomènes du système de)...                        | 79     |
| » éléments de l'orbite.....   | 178    |
| » » des satellites.....   | 214    |
| » levers, couchers, passages, ascen-<br>sion droite, déclinaison et dis-<br>tance à la Terre..... | 33     |

## K

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Kerze.....             | 453 |
| Kilogrammètre.....     | 503 |
| Kilowatt-heure.....    | 505 |
| Krypton : spectre..... | 462 |

## L

|  |     |
|--|-----|
| Latitude géographique.....                   | 151 |
| » géocentrique.....                          | 151 |
| Latitudes (durée du jour à différentes)..... | 107 |
| Léonides (étoiles filantes).....             | 94  |
| Lettres dominicales..... 3, 37, 41 et        | 48  |
| Levers et couchers de la Lune.... 7 et       | 135 |
| » » des planètes.....                        | 30  |
| » » du Soleil..... 6 et                      | 108 |
| Libration lunaire.....                       | 127 |
| Ligne des apsides.....                       | 101 |
| » des équinoxes.....                         | 98  |
| Lignes d'égalé composante horizontale.....   | 255 |
| » déclinaison magnétique.....                | 255 |
| » inclinaison magnétique.....                | 255 |
| Liquéfaction des gaz (points de).....        | 383 |
| Liquides : chaleurs spécifiques.....         | 388 |
| » compressibilité.....                       | 438 |
| » densités.....                              | 339 |
| » dilatation..... 307 et                     | 308 |

|   | Pages.     |
|---|------------|
| .....   | 469        |
| .....   | 380        |
| .....   | 446        |
| .....   | 150        |
| .....   | 457        |
| .....   | 455        |
| .....   | 449        |
| ..... en .. à secondes .....                          | 145        |
| ..... ces de méridien.....                            | 153        |
| » .. de parallèle.....                                | 153        |
| Lumière condrée .....                                 | 132        |
| » (équation de la).....                               | 451        |
| » (étalons de).....                                   | 453        |
| » (longueurs d'onde de la).....                       | 457        |
| » (unité de).....                                     | 454        |
| » (vitesse de la).....                                | 451 et 452 |
| Lunaire (année).....                                  | 63         |
| » (cycle).....  | 38 et 46   |
| » (libration) .....                                   | 127        |
| » (lumière) .....                                     | 132        |
| » (orbite).....                                       | 127 et 129 |
| » (rotation) .....                                    | 127        |
| Lunaires (cratères, mers, montagnes).....             | 130        |
| » (hauteur des montagnes).....                        | 131        |
| » (révolutions).....                                  | 128        |
| Lune .....  | 127        |
| » âge astronomique.....                               | 7          |
| » apogées et périgées .....                           | 82 et 127  |
| » ascension droite, déclinaison, pa-<br>rallaxe ..... | 7          |
| » constitution physique.....                          | 130        |
| » correction des levers et couchers....               | 135        |
| » demi-diamètre et distance à la Terre.<br>.....      | 129 et 133 |
| » éclipses.....                                       | 76         |
| » éléments de l'orbite.....                           | 129        |
| » levers et couchers, passages au méri-<br>dien.....  | 7          |
| » (occultations par la).....                          | 78         |
| » pascale .....                                       | 133        |

## D.29

Pages.

|                    |     |
|--------------------|-----|
| Lune : phases..... | 7   |
| » Pousse.....      | 133 |

### M

|   |     |
|---|-----|
| Magnétique (unité de champ).....  | 507 |
| » (unité de masse).....   | 507 |
| Magnétiques (cartes).....   | 254 |
| » (éléments).....   | 263 |
| Marées.....   | 164 |
| » (calcul de la hauteur des).....   | 165 |
| » coefficients pour 1910.....   | 167 |
| » corrections des heures de Brest.....  | 173 |
| » du Globe comparées (Grandes).....   | 176 |
| » heures de la pleine mer à Brest.....  | 167 |
| » unités de hauteur des ports.....  | 175 |
| Mars : éléments de l'orbite.....  | 178 |
| » » des satellites.....   | 213 |
| » levers, couchers, passages, ascension<br>droite, déclinaison et distance à la<br>Terre.....     | 32  |
| Mascaret (heure de l'arrivée du).....   | 177 |
| Masse de la Lune..... 130 et  | 180 |
| » de la Terre.....  | 180 |
| » des planètes.....   | 180 |
| » du Soleil..... 103 et   | 180 |
| » électrique (unité de).....  | 512 |
| » magnétique (unité de).....  | 507 |
| Matières albuminoïdes : pouvoirs rota-<br>toires..... 496 et                                      | 501 |
| » explosibles..... 611 et   | 612 |
| Mécanique (puissance).....  | 503 |
| Mer (heures de la pleine) à Brest.....  | 167 |
| » (température de la).....  | 159 |
| Mercure : éléments de l'orbite.....   | 178 |
| » levers, couchers, passages, ascen-<br>sion droite, déclinaison et dis-<br>tance à la Terre..... | 30  |
| Mercure : chaleur spécifique.....   | 389 |
| » densité.....  | 341 |

## D.30

|   | Pages. |
|---|--------|
| Mercure : tension de vapeur.....  | 313    |
| Méridien (longueurs d'arcs de).....                                       | 153    |
| Méridienne.....   | 113    |
| Mesures électrostatiques et électromagnétiques (relations entre les)..... | 512    |
| Métalliques (densités de composés).....                                   | 336    |
| Métalloïdes : combinaisons chimiques.....                                 | 546    |
| Métaux : dilatation linéaire..... 290 et                                  | 296    |
| »    résistance électrique.....   | 526    |
| »    spectres.....  | 461    |
| Mètre (définition du).....  | 143    |
| »    légal (définition du).....   | 143    |
| Microfarad.....   | 509    |
| Midi moyen.....   | 102    |
| »    »    (courbe du).....  | 116    |
| »    vrai.....  | 102    |
| Minéraux : densités.....  | 318    |
| »    (densité des combustibles).....                                      | 331    |
| »    recherche de la densité absolue..                                    | 316    |
| »    (solubilité des composés).....                                       | 415    |
| Molybdates : densités.....  | 323    |

## N

|  |     |
|--|-----|
| Néon : spectre.....  | 462 |
| Neptune : éléments de l'orbite.....  | 178 |
| »    »    du satellite.....  | 219 |
| »    levers, couchers, passages, ascension droite, déclinaison et distance à la Terre..... | 35  |
| Niobates : densités.....   | 323 |
| Nitrate de magnésium : densité.....  | 348 |
| »    de plomb : densité.....   | 348 |
| »    de potassium : densité.....   | 349 |
| »    de strontium : densité.....   | 348 |
| Nitrates : densités..... 323 et  | 348 |
| Nœud ascendant et descendant.....  | 97  |
| Noir de raffinerie (analyse du).....   | 609 |
| Nombre d'or..... 3, 38, 42 et  | 46  |
| »    φ.....  | 512 |

|   |      |
|---|------|
| Notices : <i>Sur la réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la carte du Ciel en 1909</i> , par M. B. Baillaud..... | A. I |
| » <i>Les marées de l'écorce et l'élasticité du Globe terrestre</i> , par M. Lallemand.....  | B. I |
| » <i>Tables des Notices de l'Annuaire du Bureau des Longitudes, de l'origine à 1910</i> , par M. G. Bigourdan.....                                      | C. I |
| Nutation.....   | 100  |

## O

|   |            |
|---|------------|
| Obliquité de l'écliptique.....                        | 96         |
| Observatoires (éléments magnétiques dans divers)..... | 277        |
| » français (positions des).....                       | 152        |
| Occultations des étoiles et des planètes.....         | 78         |
| » des satellites de Jupiter.....                      | 79         |
| Ohm.....  | 508 et 510 |
| Onde de la lumière (longueurs d').....                | 457        |
| » des radiations spectrales (longueurs d').....       | 455        |
| » sonore (longueur d').....                           | 449        |
| Optique.....  | 451        |
| » (verres d') : indices de réfraction..               | 466        |
| Orbite lunaire.....                                   | 127 et 129 |
| » planétaire.....                                     | 178        |
| » terrestre.....                                      | 178        |
| Oxalate de potassium : densité.....                   | 348        |
| Oxyde de carbone : viscosité.....                     | 448        |
| Oxydes : combinaisons chimiques.....                  | 548        |
| » densités.....                                       | 318        |
| » métalliques (formation des).....                    | 558        |
| Oxygène : viscosité.....                              | 448        |
| Oxysels solides (formation des).....                  | 569        |

## P

Pages.

|  |             |     |
|--|-------------|-----|
| Pâques .....   | 39 et       | 47  |
| Parallaxe équatoriale .....  | 103 et      | 129 |
| » lunaire .....  | 7 et        | 129 |
| » solaire .....  | 103 et      | 451 |
| Parallèle (longueur d'arcs de) .....   |             | 153 |
| Pascale (lune) .....   | 39 et       | 133 |
| » (table) .....  | 44 et       | 49  |
| Passage de la polaire au méridien .....  |             | 238 |
| » des étoiles .....  |             | 235 |
| Pendule à secondes (longueur du) .....   |             | 145 |
| Périgée lunaire .....  |             | 127 |
| » solaire .....  |             | 100 |
| Périhélie .....  |             | 100 |
| Période julienne .....   |             | 50  |
| Périodiques (étoiles) .....  |             | 613 |
| Pesanteur à la surface de la Terre .....   |             | 144 |
| » à l'équateur de la Lune .....  |             | 130 |
| » des planètes .....   |             | 180 |
| Petite calorie .....   | 385, 504 et | 506 |
| Pétroles : densités, points d'ébullition et<br>températures d'inflammation ..                      |             | 602 |
| Phases de la Lune .....  |             | 7   |
| Phénomènes électriques (vitesse de propa-<br>gation des) .....                                     |             | 516 |
| » observables en 1910 .....  |             | 75  |
| » du système de Jupiter .....  |             | 79  |
| Phosphates : densités .....  |             | 323 |
| Photométrie .....  |             | 452 |
| Photosphère .....  |             | 121 |
| Physique (données) .....   |             | 251 |
| » solaire .....  |             | 121 |
| Pierres précieuses : densité .....   |             | 332 |
| Piles étalons (forces électromotrices des) ...   |             | 521 |
| Planètes : aspects .....   |             | 82  |
| » levers, couchers, passages, ascen-<br>sion droite, déclinaison et dis-<br>tance à la Terre ..... |             | 30  |
| » principales : éléments .....   |             | 178 |



|  |     |
|--|-----|
| les fluides.....   | 395 |
| axial.....   | 97  |
| anal.....  | 98  |
| as critiques et d'ébullition.....                                  | 399 |
| » d'ébullition de l'alcool.....                                    | 364 |
| » » des pétroles.....  | 602 |
| » de fusion et d'ébullition..... 284 et                            | 285 |
| » de liquéfaction, d'ébullition et de solidification des gaz.....  | 383 |
| » radiants.....  | 91  |
| Polaire : azimut, digression....                                   | 239 |
| » passage au méridien.....   | 238 |
| » position moyenne.....  | 240 |
| Poncelet.....  | 505 |
| Porcelaines : densités.....  | 336 |
| Ports (corrections pour trouver l'heure de la marée dans les)..... | 173 |
| » (éléments magnétiques dans les)....                              | 275 |
| » (unité de hauteur des).....                                      | 175 |
| Positions des étoiles principales.....                             | 240 |
| » » variables.....   | 614 |
| » des observatoires français.....                                  | 152 |
| » des points radiants.....   | 91  |
| Potentiel (unité de).....  | 512 |
| Poudres (données relatives aux).... 611 et                         | 612 |
| Poudrette (analyse d'une).....                                     | 610 |
| Pouvoir éclairant.....   | 452 |
| » émissif spécifique.....  | 452 |
| Pouvoirs diélectriques.....  | 502 |
| » rotatoires.....  | 486 |
| Précession des équinoxes.....                                      | 99  |
| Protoxyde d'azote : viscosité.....                                 | 448 |
| Protubérances solaires.....  | 122 |
| Puissance (unités de)..... 503 et                                  | 505 |

## Q

Pages.

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Quantité électrique (unité de)..... | 509 |
| Quartz : indices de réfraction..... | 474 |
| Quinte (acoustique).....            | 450 |

## R

|   |     |
|---|-----|
| Radiants (points).....  | 91  |
| Radiations spectrales.....  | 455 |
| Rapport du poids de l'air au poids de l'eau.  | 365 |
| Réaumur (thermomètre).....  | 281 |
| Réduction de différents thermomètres au<br>thermomètre à hydrogène.....                   | 282 |
| » des hauteurs barométriques à zéro.  | 310 |
| » des températures.....   | 283 |
| » du thermomètre à mercure au<br>thermomètre à air.....                                   | 283 |
| Réfraction atmosphérique.....   | 161 |
| » des gaz et des vapeurs.....   | 464 |
| » (indices de).....   | 464 |
| Règne animal (densités de substances du) ..   | 337 |
| » végétal ..  | 337 |
| Réguliers solaires.....   | 60  |
| Relations entre les mesures électrostatiques<br>et électromagnétiques, nombre $\nu$ ..... | 512 |
| Réseaux de diffraction.....   | 455 |
| Résistance électrique des acides et sulfates..  | 528 |
| » des métaux et alliages..  | 526 |
| » (unité de) 508, 510 et  | 513 |
| Révolutions lunaires.....   | 128 |
| Richesse alcoolique (Table de la).....  | 358 |
| Roches diverses : densités.....   | 335 |
| Rotation des planètes.....  | 180 |
| » lunaire.....  | 127 |
| » solaire..... 100 et   | 121 |
| Rotatoires (pouvoirs).....  | 486 |
| Rousse (lune).....  | 133 |

## S

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Saint-Laurent (étoiles filantes)..... | 94 |
| Saisons.....                          | 98 |

# D.35

|   | Pages. |
|---|--------|
| Saisons (commencement des) en 1910.....   | 99     |
| Salines (densités de solutions).....  | 349    |
| Saros.....  | 128    |
| Satellites de Jupiter (phénomènes).....   | 79     |
| » des planètes (éléments).....  | 213    |
| Saturne : éléments de l'orbite..  | 178    |
| » » des anneaux.....  | 218    |
| » » des satellites.....   | 215    |
| » levers, couchers, passages, ascension droite, déclinaison et distance à la Terre..... | 34     |
| Schiste : températures d'inflammation. ....   | 602    |
| Sélénium : densités.....  | 321    |
| Sel gemme : indices de réfraction.....  | 477    |
| Sels ammoniacaux (formation des).....   | 568    |
| » (formation des principaux) ..   | 572    |
| » pouvoirs rotatoires ..  | 490    |
| Sidéral (jour)..... 102 et  | 234    |
| » (temps)..... 102, 234 et  | 237    |
| Sidérale (année).....   | 102    |
| » (révolution).....   | 128    |
| Siècle..  | 45     |
| Signes du zodiaque..... 2 et  | 101    |
| Silicates anhydres : densités.....  | 324    |
| » hydratés ..   | 326    |
| Silicio-borates ..  | 328    |
| » chlorures ..  | 328    |
| » fluorures ..  | 328    |
| » niobates ..   | 328    |
| » titanates ..  | 328    |
| Sol (température dans le).....  | 159    |
| » (variabilité de la gravité dans le).....  | 147    |
| Solaire (cadran).....   | 113    |
| » (cycle)..... 3, 37, 40, 46 et   | 48     |
| » (jour).....   | 101    |
| » (physique).....   | 121    |
| » (principaux éléments du système)..  | 178    |
| » (rotation)..... 100 et  | 121    |
| » (spectre).....  | 458    |
| » (spectroscopie) ..  | 123    |

|   | Pages. |
|---|--------|
| Solaire (système).....  | 95     |
| » (translation du système).....                               | 105    |
| Soleil.....   | 96     |
| » ascension droite, déclinaison, levers<br>et couchers.....   | 6      |
| » correction des levers et couchers...                        | 108    |
| » demi-diamètres et distances à la<br>Terre..... 103 et       | 104    |
| » éclipses.....   | 76     |
| » entrée dans les signes du zodiaque..                        | 101    |
| » parallaxe..... 103 et                                       | 451    |
| » passage au méridien (temps moyen<br>civil à midi vrai)..... | 6      |
| » protubérances, chromosphère .....                           | 122    |
| » rotation et taches.....                                     | 121    |
| » volume, masse, densité, grandeur...                         | 103    |
| Solides (chaleurs spécifiques des).....                       | 387    |
| » (densité des corps simples).....                            | 314    |
| » (dilatation linéaire des).... 290 et                        | 296    |
| » (élasticité des).....                                       | 436    |
| » (frottement des).....                                       | 444    |
| » (indices de réfraction des).....                            | 472    |
| Solidification des gaz liquéfiés (points de)..                | 383    |
| Solstices.....  | 98     |
| Solubilité des composés minéraux.....                         | 415    |
| » des gaz dans l'alcool.....                                  | 413    |
| » » l'eau.....  | 412    |
| » du sucre.....   | 414    |
| Solutions acides diverses : densités.....                     | 349    |
| » alcalines : densités.....                                   | 346    |
| » aqueuses : viscosité.....                                   | 447    |
| » d'acide azotique : densité.....                             | 345    |
| » » sulfurique : densité.....                                 | 342    |
| » » » tension de va-<br>peur.....                             | 378    |
| » de bromures divers : densités....                           | 352    |
| » de ferrocyanure de potassium :<br>densité.....              | 348    |
| » de glycérine : densité.....                                 | 352    |
| » de nitrates divers : densités.....                          | 348    |

|   | Pages. |
|---|--------|
| Solutions de sulfate de potasse.....          | 351    |
| »           »       de sodium : densité...    | 351    |
| »       de sulfates divers : densités .....   | 347    |
| »       d'hyposulfite de soude : densité...   | 348    |
| »       d'iodures divers : densités.....      | 352    |
| »       salines : densités.....               | 349    |
| Son (vitesse du).....                         | 449    |
| Sonore (longueur d'onde).....                 | 449    |
| Soudures.....                                 | 593    |
| Spath d'Islande (indices de réfraction).....  | 472    |
| Spectre de l'air.....                         | 463    |
| »       de l'hydrogène .....                  | 463    |
| »       de quelques métaux.....               | 461    |
| »       des étoiles..... 240 et               | 246    |
| »       des gaz.....                          | 462    |
| »       (limite des couleurs dans le).....    | 456    |
| »       solaire..... 123 et                   | 458    |
| Spectroscopie.....                            | 455    |
| »       solaire.....                          | 123    |
| Style (nouveau).....                          | 36     |
| »       (vieux).....                          | 45     |
| Substances diverses : densités.....           | 336    |
| Sucre (conversion des taux de).....           | 354    |
| »       (solubilité du).....                  | 414    |
| »       (viscosité des dissolutions de).....  | 447    |
| Sucres : pouvoirs rotatoires..... 495 et      | 500    |
| Sulfate de potasse : densité.....             | 351    |
| »       de sodium : densité.....              | 351    |
| Sulfates : densités.....                      | 329    |
| »       (densités des solutions de quelques). | 347    |
| »       résistance électrique.....            | 528    |
| Sulfo-antimoniures : densités.....            | 330    |
| »       arséniures                   » .....  | 330    |
| »       tellures                    » .....   | 330    |
| Sulfure de carbone : tension de vapeur.....   | 380    |
| Sulfures : densités.....                      | 329    |
| »       métalliques (formation des).....      | 566    |
| Synodique (révolution).....                   | 128    |
| Système C.G.S..... 503 et                     | 507    |
| »       électromagnétique absolu C.G.S...     | 507    |

## D.38

|   | Pages. |
|---|--------|
| Système électrostatique absolu C.G.S..... | 512    |
| » d'unités mécaniques C.G.S.....          | 503    |
| » international d'unités électriques..    | 510    |
| » solaire (principaux éléments).....      | 178    |
| » » (translation du).....                 | 105    |
| Syzygies.....                             | 164    |

## T

|   |          |
|---|----------|
| Table de conversion des centièmes en volume<br>en centièmes en poids (pour l'alcool). | 361      |
| » des épactes.....  | 43       |
| » donnant le demi-diamètre de la Lune<br>et sa distance à la Terre.....               | 134      |
| Table donnant le nombre d'or.....   | 42       |
| » pascalle.....   | 44 et 49 |
| Tables de conversion des degrés en grades et<br>inversement. 154 et                   | 155      |
| » » du temps en parties de<br>l'équateur et inver-<br>sement..... 156 et              | 157      |
| » de corrections pour les levers et cou-<br>chers de la Lune....                      | 135      |
| » » pour les levers et cou-<br>chers du Soleil.....                                   | 108      |
| » de la richesse alcoolique des liquides<br>et du volume correspondant.....           | 358      |
| » de réfraction atmosphérique... ..   | 161      |
| » pour trouver l'heure de la pleine mer<br>et l'amplitude des marées.....             | 167      |
| Tableau des demi-diamètres et des distances<br>de la Terre au Soleil en 1910....      | 104      |
| » des éléments du système solaire....   | 178      |
| » des longueurs d'arcs de méridien et<br>de parallèle.....                            | 153      |
| » donnant le cycle solaire... . 40 et   | 48       |
| » indiquant les lettres domini-<br>cales .....  | 41 et 48 |
| Taches solaires.. ..  | 121      |
| Tantalates : densités.....  | 331      |

# D.39

|  | Pages. |
|--|--------|
| Taux de sucre (conversion des).....                  | 354    |
| Télégraphiques (vitesse des signaux). 516 et         | 519    |
| Tellurures: densités.....                            | 331    |
| Température de la Lune.....                          | 132    |
| »    neutre.....                                     | 525    |
| »    ( variation de la).....                         | 158    |
| Températures d'inflammation des pétroles ..          | 602    |
| »    de fusion et d'ébullition. 284 et               | 285    |
| »    élevées (évaluations des)....                   | 289    |
| »    (réduction des).....                            | 283    |
| Temps (conversion en degrés).....                    | 156    |
| »    (équation du).....                              | 102    |
| »    moyen à midi vrai.....                          | 102    |
| »    moyen civil.....                                | 5      |
| »    »    »    à midi vrai.....                      | 6      |
| »    sidéral..... 102 et                             | 234    |
| »    sidéral à 12, temps moyen civil en 1910.        | 237    |
| Tension de la vapeur d'eau.....                      | 376    |
| »    »    de mercure.....                            | 313    |
| »    de vapeur de différents liquides....            | 380    |
| »    »    des gaz liquéfiés.....                     | 382    |
| »    »    des solutions d'acide sul-<br>furique..... | 378    |
| Terme pascal.....                                    | 39     |
| Terminateur.....                                     | 130    |
| Terre.....   | 141    |
| »    aplatissement, dimensions.....                  | 141    |
| »    densité.....                                    | 148    |
| »    distance au Soleil..... 103 et                  | 104    |
| »    éléments de l'orbite.....                       | 178    |
| »    pesanteur, gravité.....                         | 144    |
| Terrestre (attraction).....                          | 144    |
| Terrestres (coordonnées).....                        | 150    |
| Tétrachlorure de carbone : tension de vapeur.        | 381    |
| Thermochimie.....                                    | 545    |
| Thermo-électriques (couples).....                    | 524    |
| Thermomètre à acide carbonique.....                  | 282    |
| »    à air.....                                      | 283    |
| »    à azote.....                                    | 282    |
| »    à hydrogène.....                                | 282    |

## D .40

|   | Pages.         |
|---|----------------|
| Thermomètre à mercure.....                    | 282 et 283     |
| » Fahrenheit et centigrade.....               | 279            |
| » Réaumur et centigrade.....                  | 281            |
| Thermomètres (comparaison des)....            | 279            |
| » (réduction des).....                        | 282            |
| Titanates : densités.....                     | 331            |
| Titre alcoolique.....                         | 363            |
| Translation du système solaire.....           | 105            |
| Travail (unités pratiques de).....            | 503            |
| Trichlorure de phosphore : tension de vapeur. | 381            |
| Tropique (année).....                         | 36, 102 et 178 |
| » (révolution).....                           | 128            |
| Tungstates : densités.....                    | 331            |
| Tunisie : éléments magnétiques.....           | 276            |

## U

|   |            |
|---|------------|
| Unité de hauteur des ports.....   | 175        |
| » de lumière.....   | 454        |
| » de masse électrique.....  | 512        |
| » de potentiel.....   | 512        |
| » de résistance.....  | 513        |
| » d'intensité.....  | 512        |
| » pratique de puissance.....  | 503        |
| » » de travail.....   | 503        |
| Unités C.G.S.....   | 503        |
| » d'énergie (comparaison des).....  | 504        |
| » de puissance (comparaison des)....  | 504        |
| » électriques légales.....  | 510        |
| » électromagnétiques absolues.....  | 507        |
| » électrostatiques.....   | 512        |
| » lumineuses.....   | 453        |
| » pratiques.....  | 503 et 508 |
| Uranus : éléments de l'orbite.....  | 178        |
| » » des satellites.....   | 218        |
| » levers, couchers, passages, ascension droite, déclinaison et distance à la Terre..... | 35         |



# D .41

## V

|   | Pages.     |
|---|------------|
| Vanadates : densités. ....  | 331        |
| Vapeur d'eau : tension.....   | 376        |
| » de différents liquides : tension.....   | 380        |
| » de mercure : tension.....   | 313        |
| » des gaz liquéfiés : tension.....  | 382        |
| » des solutions d'acide sulfurique :<br>tension.....  | 378        |
| Vapeurs (réfraction des).....   | 464        |
| Vaporisation de l'eau (chaleur latente de)...   | 394        |
| » (chaleurs latentes de) .....  | 391        |
| » (chaleurs totales de) .....   | 393        |
| Variabilité de la gravité.....  | 145        |
| Variables (étoiles).....  | 613        |
| Variation de la température.....  | 158        |
| Variations de la gravité.....   | 145        |
| » périodiques des étoiles .....   | 613        |
| Végétal (densités de substances du règne) .   | 337        |
| Végétaux (analyse des cendres des) .....  | 604        |
| Vénus : éléments de l'orbite.....   | 178        |
| » levers, couchers, passages, ascension<br>droite, déclinaison et distance à la<br>Terre..... | 31         |
| Vérification des dates .....  | 52         |
| Verre (dilatation cubique du).....  | 294        |
| Verres : densités. ....   | 336        |
| » indices de réfraction .....   | 466        |
| Vertical.....   | 235        |
| Vins (analyse des).....   | 606        |
| Viscosité de l'eau et de l'alcool.....  | 446        |
| » des dissolutions de sucre.....  | 447        |
| » des fluides.....  | 445        |
| » des gaz.....  | 448        |
| » des liquides.....   | 446        |
| » des solutions aqueuses .....  | 447        |
| Vitesse de l'électricité.....   | 519        |
| » de la lumière.....  | 451 et 452 |
| » de propagation des phénomènes élec-<br>triques.....   | 516        |
| » du son.....   | 449        |

## D.42

|                        | Pages.     |
|------------------------|------------|
| Volt.....              | 508 et 510 |
| Volume de la Lune..... | 129 et 180 |
| » de la Terre.....     | 143        |
| » de l'eau.....        | 340        |
| » » distillée.....     | 341        |
| » des planètes.....    | 180        |
| » du Soleil.....       | 103 et 180 |

## W

|           |     |
|-----------|-----|
| Watt..... | 503 |
|-----------|-----|

## X

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Xénon : spectre..... | 463 |
|----------------------|-----|

## Z

|   |          |
|---|----------|
| Zénith.....                                     | 235      |
| Zénithale (distance).....                       | 235      |
| Zinc : spectre.....                             | 461      |
| Zodiaque (signes du).....                       | 2 et 101 |
| » » (entrée du Soleil dans<br>les) en 1910..... | 101      |

## ERRATA.

Page A.6, au-dessus de la 7<sup>e</sup> ligne en remontant,  
*lisez :*

GAUTIER (P.), membre du Bureau des Longi-  
tudes.

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55, A PARIS.

---

Le Catalogue général et les prospectus détaillés des principaux Ouvrages  
sont envoyés franco sur demande.

---

## EXTRAIT DU CATALOGUE

DE LA LIBRAIRIE

# GAUTHIER-VILLARS

---

### DIVISIONS DU CATALOGUE.

- I. **Ouvrages sur les Sciences mathématiques et physiques.** (*Voir page 2.*)
- II. **Collection des Œuvres des grands Géomètres**  
(*Voir page 43.*)
- III. **Bibliothèque des Actualités scientifiques.** (*Voir p. 49.*)
- IV. **Bibliothèque photographique.** (*Voir page 41.*)
- V. **Journaux.** (*Voir page 55.*)
- VI. **Recueils scientifiques paraissant annuellement ou à époques irrégulières et formant Collections.**  
(*Voir p. 65.*)
- VII. **Encyclopédie des Travaux publics et Encyclopédie industrielle, fondées par M.-C. LECHALAS, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.** (*Voir page 69.*)
- VIII. **Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire, publiée sous la direction de H. LÉAUTÉ, Membre de l'Institut.** (*Voir page 77.*)

# I. — OUVRAGES SUR LES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

**ABRAHAM (Henri)**, Maître de conférences à l'Ecole Normale supérieure, Secrétaire général de la Société française de Physique. — **Recueil d'expériences élémentaires de Physique**, publié avec la collaboration de nombreux physiciens. Deux volumes in-8 (23 - 14).

**1<sup>re</sup> PARTIE : Travaux d'atelier. Géométrie et Mécanique. Hydrostatique. Chaleur.** Vol. de xii-247 pages avec 260 figures; 1904.

Broché.... 3 fr. 75 c. | Cartonné toile.... 5 fr.

**2<sup>e</sup> PARTIE : Acoustique, Optique. Electricité et Magnétisme.** Vol. de xii-454 pages avec 424 figures; 1904.

Broché.... 6 fr. 25 c. | Cartonné.... 7 fr. 50 c.

**ABRAHAM (Henri) et LANGEVIN (Paul)**. — **Les quantités élémentaires d'électricité : Ions, Électrons, Corpuscules.** Volume in-8 (25-16) de xvi-1144 pages avec nombreuses figures; 1905. (*Collection de Mémoires publiée par la Société française de Physique.*) 35 fr.

**ADHÉMAR (R. d')**. — **Les équations aux dérivées partielles à caractéristiques réelles.** In-8 (20-13) de 86 pages; 1907. Cartonné. (*Collection Scientia*). 2 fr.

**ADHÉMAR (R. D')**. — **Exercices et Leçons d'Analyse. Théorie des fonctions. Quadratures. Equations différentielles. Equations intégrales de M. Fredholm et de M. Volterra. Equations aux dérivées partielles du second ordre.** Volume in-8 (23-14) de viii-208 pages; 1908. 6 fr.

**ANDOYER (H.)**, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris. — **Leçons sur la Théorie des Formes et la Géométrie analytique supérieure, à l'usage des étudiants des Facultés des Sciences.** Volume in-8 (25-16) de vi-508 pages; 1900. 15 fr.

**ANDRÉ (Ch.).** — Les planètes et leur origine (*ÉTUDES NOUVELLES SUR L'ASTRONOMIE*). In-8 (25-16) de vi-285 pages, avec 94 figures et 3 planches; 1909. 10 fr.

**ANDRÉ (Désiré)**, ancien Élève de l'École Normale supérieure. — Liste et Résumé de mes principaux travaux mathématiques. In-8 (25-16) de 106 pages; 1904. 4 fr.

**ANDRÉ (Désiré).** — Des notations mathématiques. *Énumération, choix et usage*. In-8 (25-16) de xviii-501 pages; 1909. 16 fr.

**ANGOT (A.)**, Directeur du Bureau Central météorologique. — *Traité élémentaire de Météorologie*. 2<sup>e</sup> édition. In-8 (25-16) de 412 pages avec 105 figures et 4 planches; 1907. 12 fr.

**ANGOT (A.).** — Instructions météorologiques. 4<sup>e</sup> édition, entièrement refondue. In-8, avec figures et 4 pl., suivi de nombreuses Tables pour la réduction des observations; 1903. 4 fr. 50 c.

**APPELL (P.)**, Membre de l'Institut, et **CHAPPUIS (J.)**, Professeur à l'École Centrale. — *Leçons de Mécanique élémentaire*, à l'usage des classes de Mathématiques A et B, conformément aux programmes de 1905. 2 volumes in-16 se vendant séparément :

I. *Notions géométriques. Cinématique*. 3<sup>e</sup> édition entièrement refondue. Volume de xii-180 pages, avec 76 figures; 1909. 2 fr. 75 c.

II. *Dynamique et Statique du point. Statique des corps solides. Machines simples*. 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue. Volume de 240 pages, avec 101 figures; 1907. 3 fr. 25 c.

**APPELL (P.)**, Membre de l'Institut. — *Cours de Mécanique à l'usage des Elèves de la classe de Mathématiques spéciales*, conforme au programme du 27 juillet 1904. In-8 (23-14) avec 185 figures. 2<sup>e</sup> édition; 1905. 12 fr.

**APPELL (Paul)**, Membre de l'Institut. — **Traité de Mécanique rationnelle**. (Cours de Mécanique de la Faculté des Sciences). 3 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément.

**TOME I.** — *Statique. Dynamique du point*. 3<sup>e</sup> édition entièrement refondue. Avec 178 figures; 1909. 20 fr.

**TOME II.** — *Dynamique des systèmes. Mécanique analytique*. 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue, avec 99 figures; 1904. 16 fr.

**TOME III.** — *Équilibre et mouvement des milieux continus*. 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue, avec 70 figures; 1908. 20 fr.

**APPELL (P.)**. — **Éléments d'Analyse mathématique à l'usage des ingénieurs et des physiciens**. (Cours professé à l'École centrale des Arts et Manufactures). 2<sup>e</sup> édition. In-8 (25-16) de vii-714 p., avec 229 fig., cartonné à l'anglaise; 1905. 24 fr.

**ARMAGNAT (H.)**. — **La Bobine d'induction**. In-8 (23-14) de vi-223 p., avec 109 fig., cart.; 1905. 5 fr.

**ARNAUDEAU (A.)**, Ingénieur civil, ancien Élève de l'École Polytechnique. — **Tables des intérêts composés, annuités et amortissements pour des taux variant de dixièmes en dixièmes et des époques variant de 100 à 400 suivant les taux**. Avec une Préface de A. ACHARD. In-8 (28-19) de xii-15-125 pages; 1906. 10 fr.

**ARNOUX (Gabriel)**, ancien Officier de Marine. — **Essais de Psychologie et de Métaphysique positives. — Arithmétique graphique**. 3 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément.

— *Les espaces arithmétiques hypermagiques*. Avec nombreuses figures et 1 planche en couleurs; 1894.

Vélin..... 6 fr. | Papier holland. 12 fr.

— *Introduction à l'étude des fonctions arithmétiques*, avec 65 figures; 1906. 7 fr. 50 c.

— *Les espaces arithmétiques, leurs transformations*. In-8 (25-16) de xii-84 pages avec 9 figures; 1908. 3 fr.

**AUTONNE (Léon).** — Sur les groupes de matrices non invertibles. In-8 (25-16) de 80 pages; 1909. 5 fr.

**BAIRE (René)**, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. — Leçons sur les Théories générales de l'Analyse. 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I :** *Principes fondamentaux, variables réelles.* Volume de x-232 p. avec 17 figures; 1907. 8 fr.

**TOME II :** *Variables complexes. Applications géométriques.* Vol. de x-347 p., avec 52 fig.; 1908. 12 fr.

**BARBARIN (P.)**, Professeur de Mathématiques supérieures au lycée de Bordeaux. — **Géométrie non euclidienne.** 2<sup>e</sup> édition. In-8 (20-13) de 191 pages, avec 18 figures, cartonné (C. S.); 1907. 2 fr.

**BARTHÉLEMY (M.-E.)**, Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique. — Le transport à Paris des forces motrices du Rhône. Aperçu critique du Rapport de la Commission de la houille blanche et des conditions financières de l'entreprise. In-8 (19-12) de iv-32 pages; 1909. 1 fr. 50.

**BENOIT (René)**, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, et **GUILLAUME (Ch.-Ed.)**, Directeur adjoint du Bureau International des Poids et Mesures. — **La mesure rapide des bases géodésiques.** 4<sup>e</sup> édition. In-8 (23-14) de 223 p., avec 25 fig.; 1908. 5 fr.

**BERTHELOT (M.)**. — **Traité pratique de Calorimétrie chimique.** 2<sup>e</sup> édition, revue, corrigée et augmentée. Vol. in-8 (23-14) de xii-317 p., avec 27 fig.; 1905. 6 fr.

**BERTHELOT (M.)**. — **Traité pratique de l'analyse des gaz.** In-8 (25-16) de ix-483 pages avec 109 figures; 1906. 17 fr.

**BERTRAND (J.)**, de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. — **Calcul des Probabilités.** 2<sup>e</sup> édition conforme à la première. In-8 (25-16) de LVII-322 pages; 1907. 12 fr.

**BESSON (Paul)**, Ingénieur des Arts et Manufactures. — **Le Radium et la Radioactivité. Propriétés générales. Emplois médicaux.** In-16 (19-12) de iv-170 pages environ, avec 23 figures; 1904. 2 fr. 75 c.

**BICHAT (E.)**, Doyen de la Faculté des Sciences de Nancy, et **BLONDLOT**, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. — **Introduction à l'étude de l'Electricité statique et du Magnétisme.** 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue. In-8 (23-14) de viii-188 pages, avec 80 figures; 1907. 5 fr.

**BIGOURDAN (G.)**. — **Les éclipses de Soleil. Instructions sommaires sur les observations que l'on peut faire pendant ces éclipses.** Un volume in-8 (23-14) de 167 pages, avec 40 figures; 1905. 3 fr. 50 c.

**BLONDLOT (R.)**. — **Introduction à l'étude de la Thermodynamique.** 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue. In-8 (23-14) de vi-126 pages, avec 41 figures; 1909. 4 fr.

**BLUMENTHAL (Otto)**, Professeur à la « technische Hochschule » d'Aix-la-Chapelle. — **Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini.** In-8 (25-16) de viii-150 p., avec figures; 1910. 5 fr. 50 c.

**BOLTZMANN (L.)**, Professeur à l'Université de Leipzig. — **Leçons sur la théorie des gaz**, avec une *Introduction* et des *Notes* de M. Brillouin, Professeur au Collège de France. 2 volumes in-8 (25-16).

I<sup>re</sup> PARTIE, traduite par *A. Gallotti*, ancien Elève de l'Ecole Normale supérieure, Professeur au Lycée d'Orléans, avec figures; 1902. 8 fr.

II<sup>e</sup> PARTIE, traduite par *A. Gallotti* et *H. Bénard*, anciens Elèves de l'Ecole Normale, avec figures; 1904. 10 fr.

**BONNEAU (J.-A.)**, Vérificateur des Poids et Mesures. — **Instruments de pesage à systèmes articulés.** I<sup>re</sup> PARTIE : *Balances Roberval.* In-8 (23-14) de iv-188 pages avec 27 figures; 1908. 4 fr.



**BOQUET (F.)**, Docteur ès sciences mathématiques, Astronome de l'Observatoire de Paris. — **Le Chronographe imprimant de M. P. Gautier. Sa description. Son emploi.** Volume in-4 (28-23) de 20 pages, avec 13 figures; 1907. 1 fr. 50 c.

**BOREL (Émile)**, Maître de Conférences à l'École Normale supérieure. — **Collection de monographies sur la Théorie des fonctions**, publiée sous la direction de E. BOREL. Volumes grand in-8 (25-16) se vendant séparément.

DERNIERS VOLUMES PARUS :

*Leçons sur les séries trigonométriques*, professées au Collège de France par HENRI LEBESGUE; 1906. 3 fr. 50 c.

*Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre*; par PIERRE BOUTROUX, avec une Note de P. PAINLEVÉ, membre de l'Institut; 1908. 6 fr. 50 c.

*Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini*, par OTTO BLUMENTHAL; 1910. 5 fr. 50 c.

**BOSSERT (J.)**, Astronome à l'Observatoire de Paris. — **Catalogue d'étoiles brillantes destiné aux Astronomes, Voyageurs, Ingénieurs et Marins.** In-4 (28-22,5) de xv-75 pages; 1906. 7 fr. 50 c.

**BOUASSE (H.)**, Professeur de physique à l'Université de Toulouse. — **Bases physiques de la musique.** In-8 (20-13) de 112 pages avec 8 figures; 1906. Cartonné. (C. S.) 2 fr.

**BOURDON.** — **Application de l'Algèbre à la Géométrie**, comprenant la Géométrie analytique à deux et à trois dimensions. 9<sup>e</sup> édition, revue et annotée par Gaston Darboux. In-8 (23-14), avec pl. (nouveau tirage); 1906. 9 fr.

**BOURDON.** — **Éléments d'Algèbre**, avec Notes de E. PROUET. 20<sup>e</sup> édition, revue et annotée. In-8 (23-14); 1907. 8 fr.

**BOUSSINESQ (J.)**, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. — **Théo-**

**rie analytique de la chaleur**, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la Théorie mécanique de la Lumière. (COURS DE PHYSIQUE MATHÉMATIQUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES.) Deux volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I : Problèmes généraux.** Volume de xxvii-333 pages avec 14 figures; 1901. 10 fr.

**TOME II : Refroidissement et échauffement par rayonnement. Conductibilité des tiges, lames et masses cristallines. Courants de convection. Théorie mécanique de la lumière.** Volume de xxxii-625 pages; 1903. 18 fr.

**BOUTROUX (Pierre)**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier. — **Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre**, avec une Note de P. PAINLEVÉ, Membre de l'Institut. Vol. in-8 (25-16) de vi-190 pages; 1908. 6 fr. 50 c.

**BOUTY (E.)**, Professeur à la Faculté des Sciences. — **Radiations. Electricité. Ionisation.** Troisième Supplément au *Cours de Physique* de JAMIN et BOUTY. In-8 (23-14) de vi-419 pages, avec 104 figures; 1906. 8 fr.

**BOYER (Jacques)**. — **La Synthèse des pierres précieuses.** Un Volume in-8 (23-14) de 32 pages, avec 6 figures et 6 planches hors texte; 1909. 2 fr. 50 c.

**BRILLOUIN (Marcel)**, Professeur au Collège de France. — **Leçons sur la Viscosité des liquides et des gaz.** 2 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément.

**I<sup>re</sup> PARTIE. Généralités. Viscosité des Liquides.** Volume de vii-228 pages, avec 65 figures; 1907. 9 fr.

**II<sup>e</sup> PARTIE. Viscosité des gaz. Caractères généraux des théories moléculaires.** Volume de iv-142 pages, avec 25 figures; 1907. 5 fr.

**BROCA (André)**, Professeur agrégé de Physique à la Faculté de Médecine. — **La télégraphie sans fil.** 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue. In-16 (19-12) avec 52 figures; 1904. 4 fr.

**CAHEN (E.)**, ancien Élève de l'École Normale supérieure, Professeur de Mathématiques spéciales au Collège Rollin. — **Eléments de la théorie des nombres. Congruences. Formes quadratiques. Nombres incommensurables. Questions diverses.** In-8 (25-16); 1900. 12 fr.

**CARTE de l'éclipse totale de Soleil des 29-30 août 1905.** *Lieu des points d'où l'on peut en observer les phases.* Carte dressée sous la direction du Bureau des Longitudes, de format (110-103), pliée sous couverture (25-16); 1905. 2 fr. 50 c.

**CARVALLO (E.)**. — **L'Electricité déduite de l'expérience et ramenée aux principes des travaux virtuels.** 2<sup>e</sup> édition. In-8 (20-13) de 98 pages, avec 12 figures; 1907. Cartonné (C. S.). 2 fr.

**CATALOGUE INTERNATIONAL DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE**, publié sous la direction de M. le Dr H. Forster Morley. Chaque année forme 17 volumes. Prix des 17 volumes ensemble. 450 fr.

Chaque Volume se vend séparément.

|                            | fr    |
|----------------------------|-------|
| A. Mathématiques.          | 18,75 |
| B. Mécanique.              | 13,10 |
| C. Physique.               | 30 »  |
| D. Chimie.                 | 46,90 |
| E. Astronomie.             | 26,25 |
| F. Météorologie.           | 18,75 |
| G. Minéralogie.            | 20,65 |
| H. Géologie.               | 20,65 |
| J. Géographie.             | 20,65 |
| K. Paléontologie.          | 13,10 |
| L. Biologie générale.      | 13,10 |
| M. Botanique.              | 46,80 |
| N. Zoologie.               | 48,75 |
| O. Anatomie humaine.       | 18,75 |
| P. Anthropologie physique. | 18,75 |
| Q. Physiologie.            | 48,75 |
| R. Bactériologie.          | 26,25 |

Six années sont en vente (1902 à 1907).

**CHAPPUIS (J.)**, Agrégé, Docteur ès sciences, Professeur de Physique générale à l'Ecole Centrale, et **BERGET (A.)**, Docteur ès sciences, attaché au Laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne. — **Leçons de Physique générale. Cours professé à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et complété suivant le programme du Certificat de Physique générale.** 2<sup>e</sup> édition, entièrement refondue, 4 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément :

**TOME I : Instruments de mesure. Pesanteur. Élasticité. Statique des liquides et des gaz ;** avec 306 figures ; 1907. 18 fr.

**TOME II : Électricité et Magnétisme ;** avec 400 figures ; 1900. 15 fr.

**TOME III : Acoustique. Optique ;** avec 208 figures ; 1909. 14 fr.

**TOME IV : Ondes électriques. Radio-activité. Electro-optique.** (Sous presse.)

**CHATELAIN (E.)**, Licencié ès sciences, Professeur aux Laboratoires Bourbouze. — **Soudure autogène et aluminothermie**, avec Préface de H. LE CHATELIER, Membre de l'Institut. In-16 (19-12) de x-172 pages, avec 48 figures ; 1909. 3 fr. 25.

**CHOMÉ (F.)**, Professeur à l'École militaire de Belgique. — **Cours de Géométrie descriptive de l'Ecole militaire.**

**1<sup>re</sup> PARTIE, LIVRE I, à l'usage des Candidats à l'Ecole militaire et aux Ecoles spéciales des Universités.** 4<sup>e</sup> édition entièrement revue, corrigée et augmentée, contenant les prescriptions à observer pour l'exécution des épures. In-4 (30-23), avec atlas de 47 planches ; 1908. 10 fr.

— **LIVRE II, à l'usage des Élèves de l'Enseignement supérieur.** 2<sup>e</sup> édition, revue, corrigée et augmentée. In-4 (30-23), avec atlas de 50 planches ; 1909. 15 fr.

**COMBEROUSSE (Charles de)**, Ingénieur, Professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et au Conservatoire des Arts et Métiers, ancien Professeur de Ma-

thématiques spéciales au collège Chaptal. — Cours de Mathématiques à l'usage des Candidats à l'Ecole Polytechnique, à l'Ecole Normale supérieure et à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures. 4 vol. in-8 (23-14), avec figures.

Chaque Volume se vend séparément :

**TOME I<sup>er</sup> :** *Arithmétique et Algèbre élémentaire* (avec 38 figures). 10 fr.

On vend à part :

Arithmétique. 4<sup>e</sup> édition, 1900. 4 fr.  
Algèbre élémentaire. 5<sup>e</sup> édition, 1907. 6 fr.

**TOME II :** *Géométrie élémentaire, plane et dans l'espace; Trigonométrie rectiligne et sphérique*, avec 543 fig. 13 fr.

On vend à part :

Géométrie élémentaire plane et dans l'espace, 4<sup>e</sup> édition 1904. 8 fr.  
Trigonométrie rectiligne et sphérique, suivie de Tables des valeurs des lignes trigonométriques naturelles. 4<sup>e</sup> édition, 1907. 5 fr.

**TOME III :** *Algèbre supérieure. I<sup>re</sup> Partie : Compléments d'Algèbre élémentaire (Déterminants, fractions continues, etc.). — Combinaisons. — Séries. — Etude des Fonctions. — Dérivées et Différentielles. — Premiers principes du Calcul intégral.* 3<sup>e</sup> édition (xxi-768 pages), avec 20 figures; 1904. 15 fr.

**TOME IV :** *Algèbre supérieure. II<sup>e</sup> Partie : Etude des imaginaires. Théorie générale des équations.* 2<sup>e</sup> édition (xxxiv-831 pages), avec 63 figures; 1909. 15 fr.

**CONGRÈS INTERNATIONAL** des applications de l'Electricité (Marseille, 1908). 3 volumes in-8 (25-16) publiés par les soins de M. H. ARMAGNAT, Rapporteur général, se vendant ensemble. 60 fr.

On vend séparément :

**I<sup>re</sup> PARTIE :** *Rapports préliminaires.* Volume de vi-709 pages, avec nombreuses figures; 1909. 24 fr.

II<sup>e</sup> PARTIE : *Rapports préliminaires*. Volume de iv-734 pages, avec nombreuses figures; 1909. 24 fr.

III<sup>e</sup> PARTIE : *Organisation du Congrès. Procès-verbaux. Annexes*. Volume de iv-550 pages, avec figures et planches; 1909. 20 fr.

**CONSTAN (P.)**, ancien Elève de l'Ecole Navale, Ex-Enseigne de vaisseau, Professeur d'Hydrographie de la marine. — **Cours élémentaire d'Astronomie et de Navigation**, à l'usage des Capitaines au long cours et des Elèves des Ecoles d'Hydrographie. 2 volumes in-8 (25-16) avec nombreuses figures se vendant séparément. (*Ouvrage en harmonie avec les derniers programmes des examens pour les brevets de Capitaine au long cours.*)

**TOME I : Astronomie**. Vol. de iv-215 p. avec 138 fig.; 1903. 7 fr. 50 c.

**TOME II. Navigation**. Vol. de iv-300 p. avec 159 fig. et 3 planches; 1904. 8 fr. 50 c.

**CORNU (A.)**, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes. — **Notices sur l'Electricité**. *Electricité statique et dynamique. Production et transport de l'énergie électrique*; avec une Préface de A. POTIER, Membre de l'Institut. (Notices extraites de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.) In-16 (19-22), avec figures; 1904. 5 fr.

**COUTURAT (Louis)**. — **L'Algèbre de la Logique** (C. S.). In-8 (20-13) de 100 p., cartonné; 1905. 2 fr.

**CURIE (M<sup>me</sup> S.)**. — **Recherches sur les substances radioactives**. 2<sup>e</sup> édition. In-8 (25-16) de 105 pages, avec 14 figures; 1904. 5 fr.

**CURIE (P.)**. — **Œuvres de Pierre Curie**, publiées par les soins de la Société française de Physique. avec une Préface de M<sup>me</sup> CURIE. In-8 (25-16) de xxii-621 pages, avec 118 figures et 3 planches; 1908. 22 fr.

**DARBOUX (G.)**, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences. — **Leçons sur la Théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal.** 4 vol. in-8 (25-16), avec figures se vendant 60 fr.

Le Tome I ne se vend pas séparément.

**II<sup>e</sup> PARTIE : Les congruences et les équations linéaires aux dérivées partielles. — Des lignes tracées sur les surfaces;** 1889. 15 fr.

**III<sup>e</sup> PARTIE : Lignes géodésiques et courbure géodésique. — Paramètres différentiels. — Déformation des surfaces;** 1894. 15 fr.

**IV<sup>e</sup> et dernière PARTIE : Déformation infiniment petite et représentation sphérique;** 1896. 15 fr.

**DARBOUX (G.)**. — **Étude sur le développement des méthodes géométriques**, lue le 24 septembre 1904, au Congrès des Sciences et des Arts, à Saint-Louis. Brochure in-8 (25-16) de 28 pages; 1905. 1 fr. 50 c.

**DELAUNEY** (le lieutenant-colonel). — **Lois des distances des satellites du Soleil.** In-8 (25-16) de 12 pages; 1909. 1 fr.

**DÉCOMBE (L.)**, Docteur ès sciences. — **La Célérité des ébranlements de l'éther. L'énergie radiante.** 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue. In-8 (20-13), de 102 pages, avec 22 figures; cartonné (*Collection Scientia*); 1909. 2 fr.

**DUCROT (André)**, Ancien Élève de l'École Polytechnique. — **Presses modernes typographiques.** In-4 (28-23) de 162 p., avec 141 fig.; 1904. 7 fr. 50 c.

**DUHAMEL (E.)**, Ingénieur. — **Carrés et racines carrées. Tableau donnant : 1<sup>o</sup> les carrés des nombres entiers jusqu'à un milliard; 2<sup>o</sup> les racines carrées des nombres jusqu'à dix milliards; une feuille** (44-26); 1894. 1 fr. 50 c.

**DUHEM (Pierre).** — *Recherches sur l'Elasticité. De l'équilibre du mouvement des milieux vitreux. Les milieux vitreux peu déformés. La stabilité des milieux élastiques. Propriétés générales des ondes dans les milieux visqueux et non visqueux.* In-4 (28-23) de 218 pages; 1906. 12 fr.

**ENCYCLOPÉDIE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES**, publiée sous les auspices des Académies des Sciences de GÖTTINGUE, de LEIPZIG, de MUNICH et de VIENNE. Edition française, publiée d'après l'édition allemande, sous la direction de JULES MOLK, Professeur à l'Université de Nancy, avec le concours de nombreux savants et professeurs français.

L'édition française de l'*Encyclopédie* est publiée en 7 tomes formant chacun 3 ou 4 volumes de 200 à 300 pages in-8 (25-16), qui paraissent en fascicules de 10 feuilles environ.

Le prix de chaque fascicule sera d'environ 5 fr.

## TOME I : ALGÈBRE.

### VOLUME I : Arithmétique.

**FASCICULE I :** *Principes fondamentaux de l'Arithmétique*; exposé, d'après H. SCHUBERT, par J. TANNERY et J. MOLK. — *Analyse combinatoire et théorie des déterminants*; exposé, d'après E. NETTO, par H. VOGT. — *Nombres irrationnels et limites*; exposé, d'après A. PRINGSHEIM, par J. MOLK, 1904. 5 fr.

**FASCICULE II :** *Algorithmes illimités*, exposé d'après A. PRINGSHEIM, par J. MOLK. 5 fr. 25 c.

**FASCICULE III :** *Nombres complexes*, exposé, d'après E. STUDEFY, par E. CARTAN. — *Algorithmes illimités des nombres complexes*, exposé, d'après A. PRINGSHEIM, par M. FRÉCHET; 1908. 6 fr.

**FASCICULE IV :** *Théorie des ensembles*, exposé d'après A. SCHÖENFLIES; par R. BAIRE. — *Sur les groupes finis discontinus*; exposé d'après H. BURKHARDT; par H. VOGT; 1909. 5 fr.



**VOLUME II : Algèbre.**

**FASCICULE I :** *Les fonctions rationnelles*, exposé d'après E. NETTO, par R. LE VASSEUR. 8 fr.

**VOLUME III : Théorie des nombres.**

**FASCICULE I :** *Propositions élémentaires de la théorie des nombres*; exposé, d'après P. RACHMANN, par Ed. MAILLET.  
— *Théorie arithmétique des formes*; exposé, d'après K. TH. VAHLEN, par E. CAHEN, 1906. 3 fr.

**FASCICULE II :** *Théorie arithmétique des formes*; exposé, d'après K. TH. VAHLEN, par E. CAHEN, 1908 (*suite et fin*). 3 fr.

**VOLUME IV : Calcul des probabilités.**

**Théorie des erreurs. Applications diverses.**

**FASCICULE I :** *Calcul des probabilités*; exposé, d'après E. CZUBER, par J. LE ROUX. — *Calcul des différences et interpolation*; exposé, d'après D. SELIVANOV et J. BAUSCHINGER, par H. ANDOVER, 1906. 5 fr.

**FASCICULE II.** *Théorie des erreurs*, exposé d'après BAUSCHINGER, par H. ANDOVER. — *Calcul numérique*, exposé d'après R. MEHMKE, d'après M. D'OCAGNE; 1908. 6 fr. 25.

**FASCICULE III :** *Calcul numérique*, exposé d'après R. MEHMKE, par M. D'OCAGNE. — *Statistique*, exposé d'après L. BORTKIEWICZ, par F. OLTBAMARE. (*Sous presse.*)

**TOME II : ANALYSE.**

**VOLUME I : Fonctions de variables réelles.**

**FASCICULE I :** *Principes fondamentaux de la théorie des fonctions*; exposé d'après A. PRINGSHEIM par J. MOLK; 1909. 4 fr. 50.

(Demander le prospectus spécial.)

**FASSBINDER (Ch.)**, Professeur du Cours préparatoire à l'Ecole navale au Collège Stanislas. — **Théorie et pratique des approximations numériques.** In-8 (23-14) de vi-91 pages avec 4 figures; 1906. 3 fr.

- FAYE (H.)**, de l'Institut. — **Sur l'origine du Monde.** *Théories cosmogoniques des anciens et des modernes.* 5<sup>e</sup> édition avec une Préface de H. DESLANDRES, Membre de l'Institut. In-8 (23-14) avec figures; 1907. 6 fr.
- FINK (E.)**, — **Précis d'Analyse chimique.** 2 Vol. In-16 (19-12). 2<sup>e</sup> édition revue et corrigée.  
 I<sup>re</sup> PARTIE : *Analyse qualitative.* Vol. de v-174 pages, avec 12 figures, cartonné à l'anglaise; 1906. 3 fr. 50 c.  
 II<sup>e</sup> PARTIE : *Analyse quantitative.* Vol. de iv-280 p., avec 62 figures; 1907. Cartonné à l'anglaise. 5 fr.
- FISCHER (Emil)**, Professeur de Chimie à l'Université de Berlin. — **Guide de préparations organiques à l'usage des étudiants.** Traduction autorisée d'après la 7<sup>e</sup> édition allemande par H. DECKER et J. DUNANT. In-16 (19-12) de x-110 pages avec 19 figures; 1907. 2 fr. 50 c.
- FISCHER (Emil)**. — **Quatorze règles à l'usage de ceux qui font des recherches en Chimie organique, et en particulier leur travail de thèse, suivies de quelques précautions, à prendre pour éviter les accidents,** en usage dans les laboratoires d'EMIL FISCHER à Berlin. Traduit par H. DECKER. Brochure in-8 (20-13) de 18 pages; 1906. 1 fr.
- FLAMMARION (Camille)**. — **La planète Mars et ses conditions d'habitabilité.** *Encyclopédie générale des observations martiennes faites depuis l'origine (1636) jusqu'à nos jours.* 2 volumes in-8 (29-19), se vendant séparément :
- TOME I** : Volume de x-608 pages avec 580 dessins téléscopiques et 23 cartes; 1892.  
 Broché..... 12 fr. | Cartonné..... 15 fr.
- TOME II** : Volume de iv-604 pages avec 426 dessins téléscopiques et 16 cartes; 1909.  
 Broché ..... 12 fr. | Cartonné..... 15 fr.
- FONVIELLE (W. de) et BESANÇON (G.)**, Directeur de l'*Aérophile*. — **Notre flotte aérienne.** In-8 (23-14) de iv-234 pages avec 54 figures; 1908. Cartonné. 6 fr. 50 c.

**FORCRAND (R. de)**, Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Institut de Chimie de l'Université de Montpellier. — **Cours de Chimie à l'usage des étudiants du P. C. N.** Deux volumes in-8 (23-14) se vendant séparément.

Tome I : *Généralités. Chimie minérale.* Volume de vi-325 pages avec 16 figures; 1905. 5 fr.

Tome II : *Chimie organique. Chimie analytique.* Volume de iv-317 p. avec 3 fig.; 1905. 5 fr.

**FOUËT (Edouard-A.)**, Professeur à l'Institut catholique de Paris. — **Leçons élémentaires sur la théorie des fonctions analytiques.** 3 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

1<sup>re</sup> PARTIE. — **Tome I.** *Les fonctions en général.* 2<sup>e</sup> édition, refondue et augmentée. Volume de xvi-112 pages avec 6 figures; 1907. 3 fr. 50 c.

— **Tome II.** *Les fonctions algébriques. Les séries simples et multiples. Les intégrales.* 2<sup>e</sup> édition, refondue et augmentée. Volume de xi-265 pages avec 25 figures; 1909. 9 fr.

II<sup>e</sup> PARTIE. — *Théorèmes d'existence. Les fonctions analytiques au point de vue de Cauchy, de Weierstrass, de Riemann.* Volume de 300 pages, avec 10 figures; 1904. 10 fr.

**FREYCINET (Ch. de)**. — **Sur les principes de la Mécanique rationnelle.** In-8 (23-14); 1902. 4 fr.

**FREYCINET (Ch. de)**. — **De l'expérience en Géométrie.** In-8 (23-14); 1903. 4 fr.

**FRILLEY.** — **Les procédés de commande à distance au moyen de l'Electricité.** In-16 (19-12) de vi-190 pages avec 91 figures; 1906. 3 fr. 50 c.

**GALOIS (Evariste)**. — **Manuscripts d'Evariste Galois**, publiés par J. TANNERY, Sous-Directeur de l'Ecole Normale. In-8 (25-16) de 69 pages; 1908. 2 fr. 75 c.

**GANDILLOT (Maurice)**. — **Essai sur la gamme.** In-8 (31-22), de xvi-575 pages avec 453 figures; 1906. 32 fr.

**GARÇON (Jules)**, Ingénieur Chimiste. — **Répertoire général ou Dictionnaire méthodique de Bibliographie des Industries tinctoriales et des Industries annexes, depuis les origines jusqu'à la fin de l'année 1896.** (*Technologie et Chimie.*) Ouvrage honoré du grand prix décennal Daniel Dollfus de la Société industrielle de Mulhouse. 2 vol. in-8 (25-16), 1638 p., plus un volume de Tables. Prix de l'Ouvrage complet. 100 fr.

**TOME I : Introduction et Avertissement général. Notice sur les sources bibliographiques du Dictionnaire. Tables.**

**TOME II : Dictionnaire : Depuis Accidents de fabrication jusqu'à Kermès.**

**TOME III : Dictionnaire : Depuis Laboratoires jusqu'à la fin.**

**GAUTIER (Henri)**, et **CHARPY (Georges)**, anciens Elèves de l'École Polytechnique, Docteurs ès Sciences. — **Leçons de Chimie, à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales.** 4<sup>e</sup> édition, entièrement refondue, conforme au programme du 27 juillet 1904. In-8 (25-16), avec 96 fig.; 1905.

Broché..... 10 fr. | Relié (cuir souple). 13 fr.

**GERARD (Eric)**, Directeur de l'Institut électrotechnique Montefiore. — **Leçons sur l'Electricité, professées à l'Institut électrotechnique Montefiore, annexé à l'Université de Liège.** 7<sup>e</sup> édition refondue et complétée. 2 vol. in-8 (25-16), se vendant séparément :

**TOME I : Théorie de l'électricité et du magnétisme. Électrométrie. Théorie et construction des générateurs et des transformateurs électriques,** avec 400 figures; 1905. 12 fr.

**TOME II : Canalisation et distribution de l'énergie électrique. Applications de l'électricité à la Télégraphie, à la Téléphonie, à la production et à la transmission de la puissance motrice, à la Traction, à l'Éclairage, à la Métallurgie et à la Chimie industrielle,** avec 432 figures; 1905. 12 fr.

**GERARD (Eric).** — *Mesures électriques: Etalons et instruments. Essais mécaniques et photométriques, magnétiques et électriques. Applications aux lignes, générateurs, moteurs et transformateurs.* Leçons données à l'Institut électrotechnique Montefiore, de l'Université de Liège. 3<sup>e</sup> édition refondue et complétée. In-8 (25-16) avec 304 figures; 1908. 12 fr.

**GERARD (Eric), et DE BAST (O.).** — *Exercices et projets d'électrotechnique générale.* 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I.** *Application de la Théorie de l'électricité et du magnétisme.* Volume de vii-240 pages, avec 96 figures; 1907. 6 fr.

**TOME II.** *Applications relatives aux machines et installations électriques.* (Sous presse.)

**GÆDSEELS (P. J.-B.),** Professeur à l'Université catholique de Louvain. — *Théorie des erreurs d'observation.* 3<sup>e</sup> édition complètement remaniée. In-8 (24-16) de x-103 pages; 1909. 3 fr.

**GOMES TEXEIRA (F.).** — *Traité des courbes spéciales remarquables planes et gauches.* Ouvrage couronné et publié par l'Académie royale des Sciences de Madrid; traduit de l'espagnol, revu et très augmenté. 2 volumes in-4 (30-22) se vendant séparément.

**TOME I.** Volume de xii-401 pages; 1908. 20 fr.

**TOME II.** Volume de iv-497 pages; 1909. 20 fr.

**GORGEU (P.),** Capitaine d'artillerie. — *Machines-outils. Outillage. Vérificateurs. Notions pratiques.* Volume in-8 (23-16) de iv-232 pages, avec 200 schémas; 1909. 7 fr. 50 c.

**GOURSAT (E.),** Professeur à la Faculté des Sciences. — *Cours d'Analyse de la Faculté des Sciences de Paris.* 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I:** *Dérivées et différentielles. Intégrales définies. Développements en série. Applications géométriques.* Volume de vi-620 p., 2<sup>e</sup> édition. (Sous presse.)

**TOME II: Théorie des fonctions analytiques. Équations différentielles. Équations aux dérivées partielles. Éléments de calcul des variations.** Volume de vi-640 p., avec 95 figures; 1905. 20 fr.

**GRANGER (Albert)**, Professeur de Chimie et de Technologie céramique à l'Ecole d'Application de la Manufacture nationale de Sèvres. — **La Céramique industrielle. Chimie. Technologie.** In-8 (23-14) de x-644 p. avec 179 fig.; 1905. Cartonné. (B. T.) 17 fr.

**GRIMSHAW (Robert)**, M. E. — **L'atelier moderne de constructions mécaniques. Procédés mécaniques spéciaux et tours de main.** 2 volumes in-8 (23-14) se vendant séparément.

I<sup>re</sup> SÉRIE : Vol. de 394 p. avec 222 fig.; 1903. 10 fr.

II<sup>e</sup> SÉRIE. Vol. de 377 p. avec 593 fig.; 1906. 10 fr.

**GRIMSHAW (Robert)**. — **La Construction d'une locomotive moderne.** Traduit sur la 2<sup>e</sup> édition allemande, par POINSIGNON, Ingénieur E. C. L. In-8 (23-14), de xiv-64 pages, avec 42 figures; 1907. 3 fr. 75 c.

**GUICHARD (C.)**, Correspondant de l'Institut, Professeur à l'Université de Clermont-Ferrand. — **Sur les systèmes triplement indéterminés et sur les systèmes triple-orthogonaux.** In-8 (20-13) de 95 pages, avec 4 figures, cartonné; 1905. (C. S.) 2 fr.

**GUILBERT (Gabriel)**, Lauréat du Concours international de Liège, Secrétaire de la Commission météorologique du Calvados. — **Nouvelle méthode de prévision du temps**, avec une *Préface* par BERNARD BRUNNES, Directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme. In-8 (25-16) de xxxviii-344 pages avec 80 figures et cartes et 3 planches; 1909. 13 fr.

**GUILLAUME (Ch.-Ed.)**. — **Les applications des aciers au nickel**, avec un Appendice sur la *Théorie des aciers au nickel*. In-8 (23-14), avec 25 fig.; 1904. 3 fr. 50 c.

— **Recherches sur le nickel et ses alliages.** In-8 (23-14), 1898. 1 fr. 75 c.

Les deux volumes se vendent ensemble 5 fr.

**GUILLAUME (Ch.-Ed.)**, Directeur adjoint du Bureau international des Poids et Mesures. — **Les récents progrès du Système métrique**. Rapport présenté à la quatrième Conférence générale des Poids et Mesures réunie à Paris, en octobre 1907. In-4 (33-25) de 94 pages avec 2 figures; 1907. 5 fr.

**GUILLAUME (Jacques)**, Ingénieur des Arts et Manufactures. — **Notions d'électricité. Son utilisation dans l'industrie**. In-8 (23-14) de ix-351 pages, avec 154 fig.; 1905. 7 fr. 50 c.

**GUYE (Ph.-A.)**, Professeur à l'Université de Genève. — **Recherches expérimentales sur les propriétés physico-chimiques de quelques gaz, en relation avec les travaux de revision du poids atomique de l'azote**. In-4 (28-23) de 147 pages avec 12 figures et planches; 1909. 5 fr.

**GUYOU (E.)**, Capitaine de Frégate, Examinateur d'admission à l'Ecole navale. — **Note sur les approximations numériques**. 3<sup>e</sup> édition. In-8 (23-14) de 28 pages; 1909. 0 fr. 75 c.

**HART (G.)**. — **Les turbines à vapeur**. In-8 (25-16), avec 53 fig. et 1 pl.; 1904. 4 fr.

**HÉRMITE**. — **Correspondance d'Hermite et Stieltjes** publiée par les soins de B. BAILLAUD, Directeur de l'Observatoire de Toulouse, et H. BOURGET, Maître de Conférences à l'Université, avec une *Préface* de E. PICARD, Membre de l'Institut. 2 vol. in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I** (8 novembre 1882-22 juillet 1889). Volume de xx-477 pages avec 2 portraits; 1904. 16 fr.

**TOME II** (18 octobre 1889-15 décembre 1894). Volume de vi-457 pages avec 1 portrait et un fac-similé; 1905. 16 fr.

**HERMITE**. — **Œuvres de Charles Hermite**, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par EMILE

PICARD, Membre de l'Institut. Volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

TOME I. Volume de XL-500 pages avec un portrait d'Hérnite; 1905. 18 fr.

TOME II. Volume de VI-520 pages, avec un portrait; 1908. 18 fr.

TOME III. (Sous presse.)

HERZ' (D<sup>r</sup> W.), Professeur à l'Université de Breslau. — Les bases physico-chimiques de la Chimie analytique. Traduit de l'allemand par E. PHILIPPI, Licencié ès sciences. In-8 (23-14) de VI-167 pages, avec 13 figures; cartonné; 1909. 5 fr.

HOUEL (J.). — Tables de Logarithmes à cinq décimales pour les nombres et les lignes trigonométriques, suivies des Logarithmes d'addition et de soustraction ou Logarithmes de Gauss et de diverses Tables usuelles. Nouvelle édition, revue et augm., in-8 (25-16), 1905. (Autorisé par décision ministérielle.)

Broché. 2 fr. | Cartonné. 2 fr. 75 c.

HUMBERT (G.), Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique. — Cours d'Analyse professé à l'École Polytechnique; 2 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément.

TOME I: Calcul différentiel. Principes du calcul intégral. Applications géométriques; avec 111 figures; 1902. 16 fr.

TOME II: Complément de la théorie des intégrales définies. Fonctions eulériennes. Fonctions d'une variable imaginaire. Fonctions elliptiques et applications d'équations différentielles; avec 91 figures; 1904. 16 fr.

INSTITUT DE FRANCE. — Voir au Catalogue général: Mémoires de l'Académie des Sciences. — Tables générales des Travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie des Sciences. — Recueil de Mémoires,



**Rapports et Documents relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874. — Mémoires relatifs à la nouvelle maladie de la vigne. — Mission du Cap Horn.**

**INSTITUT ELECTROTECHNIQUE MONTEFIORE** (Université de Liège). — **Les Installations et les programmes de l'Institut électrotechnique Montefiore.** In-4 (32-24) de 53 p., avec 40 fig.; 1903. 2 fr. 50 c.

**JACQUIN (Charles)**, ancien Elève de l'Ecole de Physique et de Chimie de Paris. — **Les alternateurs à collecteurs monophasés et polyphasés et les dynamos à courant continu à deux paires de balais.** In-8 (23-14) de XII-140 p., avec 40 fig.; 1904. 3 fr. 50 c.

**JAMES (E.)**, Professeur de théorie aux Ecoles d'Horlogerie et de Mécanique de Genève. — **Théorie et pratique de l'Horlogerie à l'usage des horlogers et des Ecoles d'horlogerie.** In-16 (19-12) de vi-228 pages, avec 126 figures; 1906. 5 fr.

**JAMIN (J.)**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur de Physique à l'Ecole Polytechnique, et **BOUTY (E.)**, Professeur à la Faculté des Sciences. — **Cours de Physique de l'École Polytechnique.** 4<sup>e</sup> édition, augmentée et entièrement refondue par E. BOUTY. 4 forts vol. in-8 (23-14) de plus de 4000 p., avec 1587 figures et 14 planches sur acier, dont 2 en couleur; 1885-1891. 72 fr.

Prix des 3 Suppléments : 1896, 1899, 1906. 15 fr.

(Demander le prospectus détaillé et la Table générale des matières.)

**JANET (Paul)**, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Directeur de l'École supérieure d'Électricité. — **Leçons d'Électrotechnique générale** professées à l'École supérieure d'Électricité. Trois volumes in-8 (25-16), avec nombreuses figures.

**TOME I : Généralités. Courants continus.** 3<sup>e</sup> édition, revue et augmentée. Volume de VII-415 pages avec 178 figures; 1909. 13 fr.

**TOME II : Courants alternatifs sinusoïdaux et non sinusoïdaux. Alternateurs. Transformateurs.** 3<sup>e</sup> édition, revue et augmentée. Vol. de iv-325 pages, avec 159 fig.; 1910. 11 fr.

**TOME III : Moteurs à courants alternatifs. Couplage et compoundage des alternateurs. Transformateurs polymorphiques.** 2<sup>e</sup> édition, revue et augmentée. Volume de iv-356 pages, avec 129 figures; 1908. 11 fr.

**JANET (Paul).** — **Premiers principes d'Electricité industrielle. Piles. Accumulateurs. Dynamos. Transformateurs.** 5<sup>e</sup> édition revue et corrigée. In-8 (23-14), avec 169 fig.; 1903. 6 fr.

**JOUFFRET (G.),** ancien Élève de l'École Polytechnique, Membre de la Société mathématique de France. — **Traité élémentaire de Géométrie à quatre dimensions. Introduction à la géométrie à  $n$  dimensions.** Volume in-8 (25-16), de xxxix-213 pages, avec 65 figures; 1903. 7 fr. 50 c.

— **Mélanges de Géométrie à quatre dimensions.** In-8 (25-16) de x-227 pages avec 49 fig.; 1906. 7 fr. 50 c.

**JOUGUET (E.),** Ancien Professeur à l'École des Mines de Saint-Etienne. — **Lectures de Mécanique. La Mécanique enseignée par les auteurs originaux.** 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**I<sup>re</sup> PARTIE : La naissance de la Mécanique.** Volume de viii-206 pages avec 85 figures; 1908. 7 fr. 50 c.

**II<sup>e</sup> PARTIE : L'organisation de la Mécanique.** Volume de viii-284 pages avec 31 figures; 1909. 10 fr.

**KERSTEN (C.),** Ingénieur-Architecte, Professeur à l'École royale de travaux publics de Berlin. — **La Construction en béton armé.** Traduit d'après la 3<sup>e</sup> édition allemande par P. POINSIGNON, Ingénieur E. C. L. 2 volumes in-8 (23-14) se vendant séparément.

**I<sup>re</sup> PARTIE : Calcul et exécution des formes élémentaires,** Volume de 194 pages avec 119 figures; 1907. 6 fr.

II<sup>e</sup> PARTIE : *Application à la construction en élévation et en sous-sol.* Volume de VII-280 pages avec 497 figures; 1908. 9 fr.

**LAISANT (C.-A.)**, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique, Docteur ès sciences. — **La Mathématique. Philosophie. Enseignement.** 2<sup>e</sup> édition revue et corrigée. In-8 (23-14) de VII-243 pages avec 5 figures; cartonné; 1907. (B. S.) 5 fr.

**LALANDE.** — **Tables de Logarithmes pour les Nombres et les Sinus à CINQ DECIMALES**; revues par le baron *Reynaud*. Nouvelle édition, augmentée de *Formules pour la Résolution des Triangles*, par *Bailleul*, typographe. In-18 (15-10); 1903. (*Autorisé par décision du Ministre de l'Instruction publique.*)

Broché. 2 fr. | Cartonné. 2 fr. 40 c.

**LALANDE.** — **Tables de Logarithmes, étendues à SEPT DECIMALES**, par *Marie*, précédées d'une Instruction par le baron *Reynaud*. Nouvelle édition, augmentée de *Formules pour la Résolution des Triangles*, par *Bailleul*, typographe. In-12 (16-11); 1903.

Broché. 3 fr. 50 c. | Cartonné. 4 fr.

**LALLEMAND (Ch.)**, Ingénieur en chef des Mines, Directeur du Nivellement général de la France, Membre du Bureau des Longitudes. — **Mouvements et déformations de la croûte terrestre. Marées de l'écorce, exhaussements et affaissements séculaires du sol. Altérations lentes du géoïde.** In-8 (23-14) de 58 pages avec 15 figures; 1909. 0 fr. 75 c.

**LAROSE (H.)**, Ingénieur des Télégraphes. — **État actuel de la Télégraphie sous-marine.** Brochure in-8 (25-16) de 50 pages avec 3 figures; 1909. 2 fr. 50 c.

**LAURENT (Hermann)**, examinateur à l'Ecole Polytechnique. — **Sur les principes fondamentaux de la Théorie des nombres et de la Géométrie.** In-8 écu (20-13) de 68 pages, cartonné (C. S.); 1902. 2 fr.

**LEBON (Ernest).** — **Henri Poincaré.** *Bibliographie, Bibliographie analytique des écrits.* Un volume in-8 (28-18) de viii-80 pages, papier de Hollande, avec un portrait en héliogravure; (1<sup>er</sup> juillet) 1909. 7 fr.

**LECHALAS (Georges),** Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — **Introduction à la Géométrie générale.** In-16 (19-12) de ix-58 p. avec 5 fig.; 1905. 1 fr. 75 c.

**LÉVY (Maurice),** Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur au Collège de France et à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — **La Statique graphique et ses applications aux constructions.** 4 vol. in-8 (25-16), avec 4 Atlas de même format. (*Ouvrage honoré d'une souscription du Ministère des Travaux publics.*)

**I<sup>re</sup> PARTIE.** — *Principes et applications de Statique graphique pure.* 3<sup>e</sup> édition. Volume de xxx-598 p., avec figures et un Atlas de 25 planches; 1907. 22 fr.

**II<sup>e</sup> PARTIE.** — *Flexion plane. Lignes d'influence. Poutres droites.* 2<sup>e</sup> édition. Volume de xiv-345 pages, avec figures et un Atlas de 6 pl.; 1886. 15 fr.

**III<sup>e</sup> PARTIE.** — *Arcs métalliques. Ponts suspendus rigides. Coupoles et corps de révolution.* 2<sup>e</sup> édition. Volume de ix-418 p., avec fig. et un Atlas de 8 pl.; 1887. 17 fr.

**IV<sup>e</sup> PARTIE.** — *Ouvrages en maçonnerie. Systèmes réticulaires à lignes surabondantes. Index alphabétique des quatre Parties.* 2<sup>e</sup> édition. Volume de ix-350 p. avec fig. et un Atlas de 4 pl.; 1888. 15 fr.

**LINET (L.).** — **Le lait, la crème, le beurre, les fromages.** (Principes de l'Industrie laitière). In-8 (25-16) de x-340 pages, avec 10 figures; 1907. 12 fr.

**LOISEL (Julien).** — **Guide de l'amateur météorologiste.** In-8 (23-14) de 92 pages, avec 14 figures et 2 planches; 1906. 2 fr. 75 c.

**LOPPÉ (F.)**, Ingénieur des Arts et Manufactures. — **Essais industriels des machines électriques et des groupes électrogènes** (*Conférences de l'Ecole supérieure d'Electricité*). In-8 (25-16), avec 129 figures; 1904. 8 fr.

**LOPPÉ (F.)**. — **Traité élémentaire des enroulements des dynamos à courant continu**. In-16 (19-12) avec figures et 12 planches; 1904. 2 fr. 75 c.

**LORENZ (Richard)**, Professeur à l'Ecole Polytechnique fédérale de Zurich, Directeur des laboratoires d'Electrochimie et de Chimie physique. — **Traité pratique d'Electrochimie**, refondu, d'après l'édition allemande, par GEORGES HOSTELET. In-8 (23-14) de vi-320 pages, avec 77 figures; 1905. 9 fr.

**LUCAS DE PESLOUAN**. — **N.-H. Abel, sa vie et son œuvre**. In-8 (21-15) de xiii-169 pages, avec un portrait; 1906. Cartonné. 5 fr.

**MAILLET (Edmond)**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique. — **Introduction à la théorie des nombres transcendants et des propriétés arithmétiques des fonctions**. In-8 (25-16) de v-275 pages; 1906. 12 fr.

**MANNHEIM (le Colonel A.)**, Professeur à l'Ecole Polytechnique. — **Principes et Développements de la Géométrie cinématique, Ouvrage contenant de nombreuses applications à la Théorie des surfaces**. In-4 (28-23), avec 186 figures; 1894. 25 fr.

**MARCHIS (L.)**. — **Thermodynamique**. 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I**: *Notions fondamentales*. Volume de iv-176 p. avec 15 figures; 1904. 5 fr.

**TOME II**: *Introduction à l'étude des machines thermiques*. Vol. de iii-135 p. avec 20 figures; 1905. 5 fr.

**MARX (A.)**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite. — **L'Ether principe universel des forces**.

Mémoires résumés par C. BENOÎT, Licencié ès Sciences, ancien Elève de l'Ecole Polytechnique. In-8 (25-16) de 217 pages, avec figures; 1905. 6 fr. 50 c.

**MASCART (E.)**, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, Directeur du Bureau Central météorologique. — **Traité d'Optique**. 3 volumes in-8 (25-16) avec Atlas, se vendant séparément.

**TOME I** : *Systèmes optiques. Interférences. Vibrations. Diffraction. Polarisation. Double réfraction*. Avec 199 figures et 2 pl.; 1889. 20 fr.

**TOME II et ATLAS** : *Propriétés des cristaux. Polarisation rotatoire. Réflexion vitrée. Réflexion métallique. Réflexion cristalline. Polarisation chromatique*. Avec 113 fig. et Atlas contenant 2 planches sur cuivre dont une en couleur (Propriétés des cristaux. Coloration des cristaux par les interférences); 1891. 25 fr.

**TOME III** : *Polarisation par diffraction. Propagation de la lumière. Photométrie. Réfractions astronomiques*. Avec 83 figures; 1893. 20 fr.

**MASCART (Jean)**, Astronome adjoint à l'Observatoire de Paris. — **La découverte de l'anneau de Saturne par Huygens**, avec la reproduction des anciens dessins (27 figures). In-8 (25-16) de 58 pages; 1907. 2 fr.

**MASCART (Jean)**. — **L'heure à Paris**. Brochure in-8 (25-16) de 40 pages; 1907. 1 fr. 25 c.

**MATHIAS (E.)**, Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse. — **Le point critique des corps purs**. In-8 (23-14) de viii-255 pages, avec 44 figures; 1904. 7 fr.

**METZ (G. de)**. — **La double réfraction accidentelle dans les liquides**. In-8 (20-13) de 100 pages, avec 31 figures; 1906. Cartonné. (C. S.) 2 fr.

**MILLER (W.-V.) et KILIANI (H.). — Traité de Chimie analytique.** revu par H. KILIANI, Professeur à l'Université de Fribourg in B. 1<sup>re</sup> édition française, traduite avec autorisation de l'Auteur, sur la 5<sup>e</sup> édition allemande, par H. DEFOIN et E. VON WINIWARTER, Docteur ès Sciences, assistant à l'Université de Liege. In-8 (22-14) de xiv-661 pages, avec 96 figures et un Tableau d'Analyse spectrale; 1906, cartonné. 15 fr.

**MONTESSUS (R. de).** Docteur ès Sciences mathématiques. Lauréat de l'Institut. — **Leçons élémentaires sur le Calcul des Probabilités.** *Philosophie du hasard. Principe du Calcul des probabilités. Jeux de hasard. Jeux savants. La spéculation. Probabilité géométrique. Probabilité des causes. Tir des armes à feu. Les assurances. Les sciences morales et économiques.* In-8 (25-16) de vi-191 pages, avec 17 figures; 1908. 7 fr.

**MOUREU (Ch.),** Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris. — **Notions fondamentales de Chimie organique.** 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée. In-8 (23-14) de vi-320 pages; 1906. Broché..... 7 fr. 50 c. | Cartonné toile. 8 fr. 50 c.

**NIEWENGLOWSKI (B.),** Inspecteur de l'Académie de Paris, Docteur ès Sciences, et **GÉRARD (L.),** Professeur au lycée Ampère, Docteur ès Sciences. — **Leçons de Géométrie élémentaire** conformes aux programmes du 27 juillet 1905 pour la classe de Première C et D et des Mathématiques A et B.

I. *Géométrie plane.* In-8 (23-14) de xx-251 pages, avec 226 fig., cartonné à l'anglaise; 1907. 3 fr. 50 c.  
Broché 2 fr. 50 c.

II. *Géométrie dans l'espace.* In-8 (23-14) de iv-330 p., avec 253 figures, cartonné à l'anglaise; 1907. 3 fr. 50 c.  
Broché 2 fr. 50 c.

**OCAGNE (Maurice d'). — Leçons sur la Topométrie et la cubature des Terrasses** comprenant des notions sommaires de Nomographie professées à l'Ecole des Ponts et Chaussées. In-8 (25-16) de viii-225 pages, avec 145 figures; 1904. 7 fr. 50 c.

**OCAGNE (Maurice d').** — **Le Calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques.** *Histoire et description sommaire des instruments et machines à calculer, tables, abaques et nomogrammes.* 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue et considérablement augmentée. In-8 (23-14) de VIII-228 p. avec 70 fig., cartonné; 1905. 5 fr.

**OSTWALD (D<sup>r</sup> W.).** — **Éléments de Chimie inorganique**, traduits de l'allemand par L. LAZARD. 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

I<sup>re</sup> PARTIE : *Métalloïdes*. Volume de IX-542 pages, avec 106 figures; 1904. 15 fr.

II<sup>e</sup> PARTIE : *Métaux*. Volume de 450 pages avec 17 figures; 1905. 15 fr.

**PARIS (Vice-Amiral)**, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Conservateur du Musée de Marine. — **Souvenirs de Marine.** — **Collections de plans ou dessins de navires et bateaux anciens ou modernes, existants ou disparus, avec les éléments numériques nécessaires à leur construction.** Publication continuée par les soins de l'ACADÉMIE DES SCIENCES. Six beaux albums reliés, de 60 planches in-folio, 1882, 1884, 1886, 1889, 1892, 1908.

Chaque partie (sauf la I<sup>re</sup> et la II<sup>e</sup>) se vend séparément. 25 fr.

**PELLAT (H.)**, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. — **Cours d'Electricité.** (COURS DE LA FACULTÉ DES SCIENCES.) 3 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I : Électrostatique. Lois d'Ohm. Thermo-électricité.** Volume de VI-329 pages avec 145 figures; 1901. 10 fr.

**TOME II : Électrodynamique. Magnétisme. Induction. Mesures électro-magnétiques.** Volume de IV-554 pages avec 221 figures; 1903. 18 fr.

**TOME III : Électrolyse. Électrocapillarité. Ions gazeux.** Volume de VI-290 pages, avec 77 figures; 1908. 10 fr.



**PERKIN (F. Mollwo)**, Ph. D. Chef de la Section de Chimie Borough Polytechnic Institute. Londres. — **Choix des préparations de Chimie inorganique.** Traduction française publiée par ERIC METTLER, Docteur ès sciences, ancien Assistant au Laboratoire de Chimie technique et théorique de l'Université de Genève; avec une Préface de M. le Professeur PH.-A. GUYE. In-16 (19-12) de 193 pages avec 27 figures; 1908. Cartonné. 5 fr.

**PERRIN (Jean)**, Chargé du Cours de Chimie physique à la Faculté des Sciences de Paris. — **Traité de Chimie physique. Les Principes.** In-8 (25-16) avec 38 figures; 1903.

Broche .... 10 fr. | Relié cuir souple. 13 fr.

**PETERS (Dr J.)**, Observateur à l'Institut royal de Calculs astronomiques. — **Nouvelles Tables de Calcul pour la multiplication et la division de tous les nombres de 1 à 4 chiffres.** In-4 (37-23) de vi-500 pages; 1909. 19 fr.

**PETIT (P.)**, Professeur à l'Université de Nancy, Directeur de l'École de Brasserie. — **Brasserie et Malterie.** In-8 (25-16), avec 89 figures; 1904. Cartonné. 12 fr.

**PETIT BOIS (G.)**, Ingénieur civil des Mines. — **Tables d'intégrales indéfinies.** In-4 (30-23) de xii-154 pages; 1906. 10 fr.

**PETOT (Albert)**, Professeur de Mécanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille. — **Etude dynamique des voitures automobiles.** Volumes in-4 (27-22) autographiés, se vendant séparément.

1. *Production du mouvement de la locomotion. Rôle du différentiel. Mode d'action des ressorts et des bandages pneumatiques.* Volume de iv-207 pages avec figures; 1906. 10 fr.

**PETROVITCH (M.)**, Professeur à l'Université de Belgrade. — **La Mécanique des phénomènes fondée sur les analogies.** In-8 (20-13) de 96 pages avec 114 fig.; 1906. (C. S.) 2 fr.

**PICARD (Émile)**, Membre de l'Institut, Prof<sup>r</sup> à la F<sup>é</sup> des Sciences. — **Traité d'Analyse** (Cours de la Faculté des Sciences.) 4 vol. in-8 (25-16), se vendant séparément.

**TOME I** : *Intégrales simples et multiples. — L'équation de Laplace et ses applications — Développement en séries. — Applications géométriques du Calcul infinitésimal.* 2<sup>e</sup> édition, avec 25 figures; 1901. 16 fr.

**TOME II** : *Fonctions harmoniques et fonctions analytiques. — Introduction à la théorie des équations différentielles. Intégrales abéliennes et surfaces de Riemann;* avec figures; 2<sup>e</sup> édition, revue et augmentée, avec 58 fig., 1905. 18 fr.

**TOME III** : *Des singularités des intégrales des équations différentielles. Étude du cas où la variable reste réelle et des courbes définies par des équations différentielles. Équations linéaires; analogies entre les équations algébriques et les équations linéaires.* 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée avec 25 figures; 1909. 18 fr.

**TOME IV** : *Equations aux dérivées partielles. (En prép.)*

**PICARD (Émile)**, Membre de l'Institut. — **Sur le développement de l'Analyse et ses rapports avec diverses sciences.** Conférences faites en Amérique en 1899 et 1904. In-8 (23-14) de vi-168 p.; 1905. 3 fr. 50

**PICARD (E.)**, Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Paris, et **SIMART**, Capitaine de frégate, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique. — **Théorie des Fonctions algébriques de deux variables indépendantes.** 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément:

**TOME I** : Volume de vi-256 p., avec fig.; 1897. 9 fr.

**TOME II** : Vol. de vi-528 p., avec fig., 1906... 18 fr.

**PIONCHON (J.)**. — **Principes et formules de Trigonométrie rectiligne et sphérique** avec un appendice sur les **Maxima et Minima des figures géométriques.** In-8 (25-16) de 146 pages et 63 figures; 1906. 5 fr

**POINCARÉ (H.)**, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences. — **Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste**. 3 vol. in-8 (25-16), se vendant séparément.

**TOME I** : *Solutions périodiques. — Non-existence des intégrales uniformes. — Solutions asymptotiques*. Avec figures; 1892. 12 fr.

**TOME II** : *Méthodes de MM. Newcomb, Gylden, Lindstedt et Bohlin*; 1894. 14 fr.

**TOME III et dernier** : *Invariants intégraux. — Solutions périodiques du deuxième genre. — Solutions doublement asymptotiques*; 1899. 13 fr.

**POINCARÉ (H.)**, Membre de l'Institut. — **Leçons de Mécanique céleste**. 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I** : *Théorie générale des perturbations planétaires*. Volume de vi-367 p. avec 3 fig.; 1905. 12 fr.

**TOME II**. — (1<sup>re</sup> partie) : *Développement de la fonction perturbatrice*. Volume de iv-167 p.; 1907. 6 fr.

— (2<sup>e</sup> partie) : *Théorie de la Lune*. Volume de iv-137 pages; 1909. 5 fr.

**TOME III** : *Théorie des Marées*. Rédigé par R. FICHOT. (Sous presse.)

— **La Théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes**. La Télégraphie sans fil. 3<sup>e</sup> édition. In-8 (20-13) de 80 pages, avec 5 figures, cartonné (C. S.); 1908. 2 fr.

— **Thermodynamique**. Leçons professées pendant le premier semestre 1888-1889, rédigées par J. BLONDIN, agrégé de l'Université. 2<sup>e</sup> édition revue et corrigée. In-8 (25-16) de xix-pages avec 41 figures; 1908. 16 fr.

**PORTIER (B.)**, ancien Professeur de Mathématiques. — **Nouvelles recherches dans la magie arithmétique**. (Carrés de 5, 4, 6 et 7). *Exposition pratiques*. Brochure in-8 (25-16) de 19 pages; 1907. 1 fr. 50 c.

**PUISEUX (P.)**, Astronome à l'Observatoire de Paris.

**La Terre et la Lune. Forme extérieure et structure interne.** (ÉTUDES NOUVELLES SUR L'ASTRONOMIE, par CH. André et P. Puisseux.) In-8 (25-16) de iv-176 pages, avec 28 figures et 26 planches; 1908. 9 fr.

**RAMSAY (William) D. So.** — **La Chimie moderne.** Ouvrage traduit de l'anglais par H. DE MIEFFONIS. 2 volumes in-16 (19-12) se vendant séparément.

I<sup>re</sup> PARTIE : *Chimie théorique.* Volume de iv-162 pages avec 9 figures; 1909. 12 fr. 75 c.

II<sup>re</sup> PARTIE : (Sous presse.)

**RÉPERTOIRE BIBLIOGRAPHIQUE DES SCIENCES**

**MATHÉMATIQUES**, publié par la *Commission permanente du Répertoire*. Paraît successivement par séries de 100 fiches format in-32 (14<sup>cm</sup>-9<sup>cm</sup>), renfermées dans un étui en papier fort. Prix de chaque série. 2 fr.

Les dix-huit premières séries (fiches 1 à 1800, 1894-1909) sont mises en vente.

**REYNAUD (le Dr P.)**. — **Les densités en Astronomie.** In-8 (25-15) de iv-45 pages; 1908. 2 fr.

**REZELMAN (J.)**. — **Alternateurs mono- et polyphasés. Étude de leur fonctionnement.** Brochure in-4 (28-23) de 35 pages avec 50 figures; 1905. 2 fr.

**RIOLLOT (J.)**, Ingénieur civil des Mines. — **Les Carrés magiques. Contribution à leur étude.** In-8 (25-16) de iv-119 pages, avec 311 figures; 1907. 5 fr.

**RIQUIER (Charles)**, Professeur à la Faculté des Sciences de Caen. Lauréat de l'Institut. — **Les systèmes d'équations aux dérivées partielles.** In-8 (25-16) de xxiii-590 pages avec figures; 1910. 12 fr.

**ROCQUES (X.)**, Expert-chimiste, ancien Chimiste principal au Laboratoire municipal de Paris. — **Les industries de la Conservation des aliments.** In-8 (23-14) de xi-506 p. avec 124 figures; 1906. Cartonné. 15 fr.

**RODET (J.).** — Résistance, inductance et capacité. In-8 (23-14) de x-257 p., avec 76 fig.; 1905. 7 fr.

**RODET (J.).** — Les Lampes à incandescence électriques. In-8 (23-14) de xi-200 pages avec figures; 1907. 6 fr.

**ROUCHÉ (Eugène), et COMBEROUSSE (Charles de),** — Traité de Géométrie, 7<sup>e</sup> éd., revue et augmentée par E. ROUCHÉ. Fort in-8 (23-14) de lx-1212 pages, avec 7030 figures et 1175 questions proposées et problèmes; 1900. 17 fr.

*Prix de chaque Partie :*

I<sup>re</sup> PARTIE. — Géométrie plane..... 7 fr. 50 c.

II<sup>e</sup> PARTIE. — Géométrie de l'espace; Courbes et Surfaces usuelles. 9 fr. 50 c.

**ROUCHÉ (Eugène) et COMBEROUSSE (Charles de).** — Éléments de Géométrie, 7<sup>e</sup> édit, conforme au programme du 31 mai 1902, revue et complétée par EUGÈNE ROUCHÉ, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. In-8 (23-14) de xl-651 pages, avec 485 figures et 543 questions proposées et exercices; 1904. 16 fr.

**ROZÉ (P.),** Licencié ès sciences. — Théorie et usage de la règle à calculs. Règle des Ecoles. Règle Mannheim. In-8 (23-14) de iv-118 pages avec 86 figures et 1 planche; 1907. 3 fr. 50 c.

**RUSSELL (Alexandre),** M. A., M. I. E. E., Ancien Elève, Maître de Conférences adjoint au Collège de Gonville et Caius à Cambridge, Maître de Conférences de Mathématiques appliquées, Directeur de la Section des Mesures à Faraday-House, Londres. — La Théorie des courants alternatifs. Traduit de l'anglais par G. SELIGMANN-LUI, Ancien Elève de l'École Polytechnique, Inspecteur général des Télégraphes. 2 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément.

TOME I. Volume de iv-460 pages, avec 137 figures; 1909. 15 fr.

TOME II. Volume de iv-551 pages avec 210 figures; 1910. 18 fr.

**SALMON (G.).** — *Traité de Géométrie analytique (Courbes planes)*, destiné à faire suite au *Traité des Sections coniques*. Traduit de l'anglais, sur la 3<sup>e</sup> édition, par *O. Chemin*, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole nationale des P. et Ch., et augmenté d'une *Étude sur les points singuliers des courbes algébriques planes*, par *G. Halphen*. Nouveau tirage. In-8 (23-14), avec figures; 1903. 12 fr.

**SALVERT (Vicomte de)**, Docteur ès sciences, Professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille. — *Mémoire sur l'attraction du parallélépipède ellipsoïdal*. 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

I<sup>re</sup> FASCICULE. Volume de xii-340 pages avec figures; 1909. 7 fr.

II<sup>e</sup> FASCICULE. (Sous presse.)

**SANFELICI (G.)**, Ingénieur. — *Le calcul tachéométrique simplifié. Tables à graduation centésimale et sexagésimale suivies des logarithmes des nombres et des fonctions trigonométriques*. 2<sup>e</sup> édition. In-4 (31-24) de vii-263 pages; 1907. 12 fr. 50 c.

**SARRETTE (Henri)**, ancien Élève de l'Ecole Polytechnique, Inspecteur de la comptabilité générale des Chemins de fer de l'Ouest. — *Précis arithmétique des calculs d'emprunts à long terme et de valeurs mobilières*. In-8 (25-16) de 287 pages; 1908. 10 fr.

**SATTLER (G.)**, Ingénieur. — *Traction électrique. Construction et projets*. Ouvrage traduit de l'allemand par *PIERRE GIKOT*, Ingénieur des Arts et Manufactures. In-8 (23-14) de vi-195 pages, avec 123 figures et 2 planches; 1908 (*B. G. d. S.*) 5 fr.

**SCHAFFERS (V.)**, Docteur ès sciences. — *La machine à influence. Son évolution. Sa théorie*. In-8 (25-16) de viii-506 pages avec 197 figures; 1908. 10 fr.

**SCHILLING (Friedrich)**, Professeur à la Technische Hochschule de Dantzig. — *La Photogrammétrie comme application de la Géométrie descriptive*.

Edition française rédigée avec la collaboration de l'auteur; par L. GÉRARD, Docteur ès sciences, Professeur au Collège Chaptal. In-8 (25-16) de 14-104 pages avec 76 figures et 5 planches; 1908. 6 fr.

**SCHRÖN (L.). — Tables de Logarithmes à sept décimales pour les nombres depuis 1 jusqu'à 108 000, et pour les fonctions trigonométriques de 10 en 10 secondes; et Table d'Interpolation pour le calcul des parties proportionnelles; précédées d'une Introduction par J. Hoüel.** In-8 (29-19); 1906.

Broché..... 10 fr. | Cartonné... 11 fr. 75.

*On vend séparément :*

|                               |         |            |
|-------------------------------|---------|------------|
|                               | Broché. | Cartonné.  |
| Tables de Logarithmes..... .. | 8 fr.   | 9 fr. 75 c |
| Table d'interpolation..... .. | 2       | 3 25       |

**SERRET (J.-A.),** Membre de l'Institut. — **Traité de Trigonométrie.** 9<sup>e</sup> édition, revue et augmentée. In-8 (23-14) de x-336 pages avec figures. (*Autorisé par décision ministérielle.*) 1908. 4 fr.

**SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE. - Nouvelles Tables de logarithmes à cinq décimales pour les lignes trigonométriques dans les deux systèmes de la division centésimale et de la division sexagésimale du quadrant et pour les nombres de 1 à 12 000.** (ÉDITION SPÉCIALE A L'USAGE DES CANDIDATS AUX ÉCOLES POLYTECHNIQUE ET DE SAINT-CYR.) In-8 (26-18) cartonné. 3 fr.

**SMITH (Edgar-F.),** Professeur de Chimie à l'Université de Pennsylvanie. — **Analyse électrochimique.** Traduction publiée avec l'autorisation de l'auteur par JOSEPH ROSSET, Ingénieur civil des Mines. In-18 (19-12) de xvi-203 pages, avec 27 figures; 1900. 3 fr.

**SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — Collection de Mémoires relatifs à la Physique. DEUXIÈME SÉRIE.** Voir *Abraham et Langevin*, page 2.

**SOREL (E.).** — La grande industrie chimique minérale.

**I.** — *Soufre, Azote, Phosphates, Alun.* In-8 (23-14) de 809 pages avec 113 figures, cartonné à l'anglaise (B. T.); 1902. 15 fr.

**II.** — *Potasse, Soude, Chlore.* In-8 (23-14) de 679 p. avec 127 figures, cartonné à l'anglaise (B. T.); 1904. 15 fr.

**SOUCHON (Abel).** — La construction des cadrans solaires. *Ses principes, sa pratique*, précédée d'une *Histoire de la Gnomonique.* In-16 (10-12) de 52 pages avec figures et 2 planches; 1905. 2 fr. 75 c.

**SPÉE (le chanoine Eug.),** Docteur en Sciences, Astronome à l'Observatoire royal de Belgique. — *Région b-f du spectre solaire.* Un volume de texte in-4, avec atlas in-folio de 17 planches (32-50); 1897. 40 fr.

**STIELTJES.** — Correspondance d'Hermite et de Stieltjes (voir *Hermite*, p. 21).

**STOFFAES (l'abbé),** Professeur adjoint à la Faculté catholique des Sciences de Lille, Directeur de l'Institut catholique d'Arts et Métiers de Lille. — *Cours de Mathématiques supérieures à l'usage des candidats de la licence des sciences physiques.* 2<sup>e</sup> édition. In-8 (23-14) avec figures; 1903.

Broché..... 10 fr. Cartonné..... 12 fr.

**STURM,** Membre de l'Institut. — *Cours de Mécanique à l'Ecole Polytechnique*, publié, d'après le vœu de l'auteur, par *E. Prouhet*. 5<sup>e</sup> édition, revue et annotée par *A. de Saint-Germain*, Professeur à la Faculté des Sciences de Caen. (Nouveau tirage.) 2 vol. in-8 (23-14), avec 189 figures; 1905. 14 fr.

**TANNERY (Jules),** Sous-Directeur des Études scientifiques à l'École Normale supérieure, et **MOLK (Jules).** Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. — *Elé-*



**ments de la théorie des Fonctions elliptiques.** 4 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément. (Ouvrage complet.)

**TOME I.** — *Introduction. — Calcul différentiel* (1<sup>re</sup> Partie); 1893. 7 fr. 50 c.

**TOME II.** — *Calcul différentiel* (II<sup>e</sup> Partie); 1896. 9 fr.

**TOME III.** — *Calcul intégral* (I<sup>re</sup> Partie); 1898. 8 fr. 50 c.

**TOME IV.** — *Calcul intégral* (II<sup>e</sup> Partie) et *Applications*; 1902. 9 fr.

**TANNERY (Jules)**, Sous-Directeur de l'Ecole normale supérieure. — *Leçons d'Algèbre et d'Analyse (Mathématiques spéciales)*. 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I :** Volume de vii-423 pages, avec 45 figures et 166 exercices; 1906. 12 fr.

**TOME II :** Volume de 636 pages, avec 104 figures et 238 exercices; 1906. 12 fr.

**TISSERAND (F.)**, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Observatoire de Paris. — *Traité de Mécanique céleste*. 4 beaux volumes in-4 (28-23), se vendant séparément.

**TOME I :** *Perturbations des planètes d'après la méthode de la variation des constantes arbitraires*, avec figures; 1889. 25 fr.

**TOME II :** *Théorie de la figure des corps célestes et de leur mouvement de rotation*, avec figures; 1891. 28 fr.

**TOME III :** *Exposé de l'ensemble des théories relatives au mouvement de la Lune*, avec fig.; 1894. 22 fr.

**TOME IV et dernier :** *Théories des satellites de Jupiter et de Saturne. Perturbations des petites planètes*, avec figures; 1896. 28 fr.

**TRÉPIED (Ch.)** Directeur de l'Observatoire d'Alger. — **Tables et Cartes d'occultations. Théorie et applications.** In-4 (33-25) de LXXX-49 pages avec 7 pl.; 1905.

Broché... 12 fr. | Cartonné... 15 fr.

**TSAKALOTOS (O.-E.) et METTLER (Eric)**, Assistants aux Laboratoires de Chimie technique et théorique à l'Université de Genève. — **Tables numériques et logarithmiques à l'usage des Chimistes.** In-16 (19-12) de VII-108 pages; 1907. 3 fr.

**TURPAIN (Albert)**, Docteur ès sciences, Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Poitiers. — **La télégraphie sans fil et les applications pratiques des ondes électriques. Télégraphie avec conducteur. Téléphonie sans fil. Commande à distance. Prévion des orages. Courants de haute fréquence. Eclairage.** 2<sup>e</sup> édition. In-8 (23-14) de XI-396 pag. avec 220 figures, cartonné à l'anglaise (B. T.); 1908. 12 fr.

**VALLÉE-POUSSIN (Ch.-J. de la)**, Professeur à l'Université de Louvain. Correspondant de l'Académie royale de Belgique. — **Cours d'Analyse infinitésimale.** 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I**: 2<sup>e</sup> édition considérablement remaniée. Volume de XII-424 pages; 1909. 12 fr.

**TOME II**: Volume de XVI-440 pages; 1904. 15 fr.

**VALLOIS (Edmond)**, Architecte. — **Cours de Géométrie descriptive à l'usage des Candidats à l'Ecole des Beaux-Arts.** In-8 (23-14) de IV-304 pages avec 411 figures; 1909. 7 fr. 50 c.

**VIDAL (Léon)**, Capitaine de vaisseau en retraite. — **Manuel pratique de Cinématique navale et maritime, à l'usage de la Marine de guerre et de la Marine du Commerce** (Ouvrage entrepris par ordre de M. le Ministre de la Marine). In-8 (25-16) de VIII-171 pages, avec 153 figures; 1905. 7 fr. 50 c.

**VILLARD (P.)**, Docteur ès sciences, Lauréat de l'Institut.  
— **Les rayons cathodiques**. In-8 (20-15) de 107 pages  
avec 48 figures, cartonné, 1908 (C. S.). 2 fr.

**VIOLEINE (A.-P.)**. — **Nouvelles Tables pour les calculs d'Intérêts composés, d'Annuités et d'Amortissement**. 8<sup>e</sup> édition, entièrement refondue par *A. Arnau-deau*. In-4 (28-23); 1903. 15 fr.

**WITZ (Aimé)**, Docteur ès Sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur aux Facultés catholiques de Lille. — **Cours élémentaire de manipulations de Physique, à l'usage des Candidats aux Ecoles et au Certificat d'études physiques, chimiques et naturelles**. (P.C.N.). 2<sup>e</sup> éd., augm. In-8 (23-14), avec 77 figures; 1895. 5 fr.

— **Cours supérieur de manipulations de Physique, préparatoire aux certificats d'études supérieures et à la Licence (ECOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE)**. 2<sup>e</sup> édition, revue et augmentée. In-8 (23-14), avec 138 fig.; 1897. 10 fr.

**WOLF (G.)**, Membre de l'Institut, Astronome honoraire de l'Observatoire. — **Histoire de l'Observatoire de Paris, de sa fondation à 1793**. In-8 (25-16) de xii-392 pages avec 16 planches; 1902. 15 fr.

**XAVIER (Agliberto)**, Ingénieur civil. — **Théorie des approximations numériques et du Calcul abrégé**. In-8 (24-16) de x-281 pages, avec figures; 1909. 10 fr.

**ZENNECK (le Prof<sup>r</sup> D<sup>r</sup> J.)**. — **Les oscillations électromagnétiques et la télégraphie sans fil**. Traduit de l'allemand Par *P. BLANCHIN, G. GUÉRARD, E. PICOT*, Officiers de marine. 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I** : *Les oscillations industrielles. Les oscillateurs fermés à haute tension*. Volume de xii-505 pages, avec 422 figures; 1909. 17 fr.

**TOME II : Les oscillateurs ouverts ; les systèmes couplés ; les ondes électromagnétiques ; la Télégraphie sans fil.** Volume de vi-189 pages avec 380 figures ; 1909. 17 fr.

**VIOLETTA (A. P.).** — Nouvelles Tables pour les calculs d'intérêts composés. 4 annuaires et d'horloges. 3<sup>e</sup> édition. 1909. 17 fr.

**WITZ (Aimé).** Cours élémentaire de manipulations de physique. 1<sup>re</sup> partie. 1909. 17 fr.

**WITZ (Aimé).** Cours élémentaire de manipulations de physique. 2<sup>e</sup> partie. 1909. 17 fr.

**WITZ (Aimé).** Histoire de l'Observatoire de Paris de sa fondation à 1793. 1909. 17 fr.

**XAVIER (Aimé).** Approximations numériques et de l'analyse. 1909. 17 fr.

**ZENNER (Aimé).** Les oscillations et les courants électriques. 1909. 17 fr.

II. — COLLECTION

DES

ŒUVRES DES GRANDS GÉOMÈTRES.

**BELTRAMI.** — Opere matematiche di Eugenio Beltrami, pubblicate per cura della Facoltà di Scienze della R. Università. Volumes in-4 (28-23), se vendant séparément.

**TOME I :** Volume de 337 pages avec un portrait de Beltrami; 1902. 25 fr.

**TOME II :** Volume de 468 pages; 1904. 25 fr.

**BRIOSCHI (Francesco).** — Opere matematiche di Francesco Brioschi, pubblicate per cura del comitato per le onoranze a Francesco Brioschi. 5 volumes in-4 (28-23).

OUVRAGE COMPLET :

**TOME I :** Volume de xi-416 pages, avec un portrait de Brioschi; 1901. 25 fr.

**TOME II :** Volume de viii-456 pages; 1902. 25 fr.

**TOME III :** Volume de 435 pages; 1904. 25 fr.

**TOME IV :** Volume de ix-418 pages; 1906. 25 fr.

**TOME V :** Volume de xii-556 pages; 1909. 30 fr.

**CAUCHY (A.).** — Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'ACADÉMIE DES SCIENCES et sous les auspices du MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, avec le concours de C.-A. Walson, J. Collet et E. Borel, docteurs ès Sciences. 27 volumes in-4 (28-23).

**I<sup>re</sup> Série.** — MÉMOIRES, NOTES ET ARTICLES EXTRAITS DES RECUEILS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES. 12 volumes in-4 (28-23).

\* **TOME 1, 1882 :** *Théorie de la propagation des ondes à la surface d'un fluide pesant, d'une profondeur indéfinie.* — *Mémoire sur les intégrales définies.* —

TOMES \*II et III : Mémoires extraits des *Mémoires de l'Académie des Sciences*. — \*TOMES IV à XII (1884-1900); *Extraits des Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. Chaque volume. 25 fr.

\*La Table générale de la 1<sup>re</sup> Série se vend séparément. 2 fr. 50 c.

II<sup>e</sup> Série. — MÉMOIRES EXTRAITS DE DIVERS RECUEILS, OUVRAGES CLASSIQUES, MÉMOIRES PUBLIÉS EN CORPS D'OUVRAGE, MÉMOIRES PUBLIÉS SÉPARÉMENT. 15 volumes in-4. (28-23).

\*TOME I. — Mémoires extraits du *Journal de l'Ecole Polytechnique*. — TOME II. Mémoires extraits de divers recueils : *Journal de Liouville*, *Bulletin de Férussac*, *Bulletin de la Société philomathique*, *Annales de Gergonne*, *Correspondance de l'Ecole Polytechnique*. —

\*TOME III, 1897 : *Cours d'Analyse de l'Ecole royale Polytechnique*; \*TOME IV, 1898 : *Résumé des Leçons données à l'Ecole Polytechnique sur le Calcul infinitésimal. Leçons sur le Calcul différentiel*; \*TOME V : *Leçons sur les applications du Calcul infinitésimal à la Géométrie*; \*TOMES VI à IX (1887 à 1891) : *Anciens Exercices de Mathématiques*; \*TOME X, 1895 : *Résumés analytiques de Turin. Nouveaux Exercices de Prague*. Chaque volume. 25 fr.

TOMES XI à XIV. *Nouveaux exercices d'Analyse et de Physique*.

TOME XV. *Mémoires séparés*.

SOUSCRIPTION.

I<sup>re</sup> Série. TOME III. — *Mémoires extraits des « Mémoires de l'Académie des Sciences »*. 20 fr.

Les volumes parus sont indiqués par un astérisque.

FERMAT. — Œuvres de Fermat, publiées par les soins de MM. Paul Tannery et Charles Henry, sous les auspices du MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE. In-4 (28-23).

TOME I : *Œuvres mathématiques diverses*. — *Observations sur Diophante*. Avec 3 planches en photogravure (portrait de Fermat, fac-similé du titre

de l'édition de 1679, et fac-similé d'une page de son écriture); 1891. 22 fr.

**TOME II :** *Correspondance de Fermat*; 1894. 22 fr.

Ce volume contient la Correspondance de Fermat avec Mersenne, Roberval, Pascal, Descartes, Huygens, etc.

**TOME III :** *Traduction des écrits latins de Fermat, du « Commmercium Epistolicum » de Wallis, de l'« Inventum novum » de Jacques de Billy. — Supplément à la Correspondance*, 1896. 28 fr.

**TOME IV :** *Appendice. Tables.* (Sous presse.)

**FOURIER.** — *Œuvres de Fourier*, publiées par les soins de Gaston Darboux, Membre de l'Institut, sous les auspices du MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE. Volume in-4 (28-23).

**TOME I :** *Théorie analytique de la chaleur.* Volume de xxviii-564 pages; 1888. 25 fr.

**TOME II :** *Mémoires divers.* Volume de xvi-636 pages, avec un portrait de Fourier en héliogravure; 1890. 25 fr.

**GALOIS.** — *Œuvres mathématiques d'Evariste Galois*, publiées sous les auspices de la Société mathématique de France, avec une *Introduction* par EMILE PICARD, Membre de l'Institut. In-8 (25-16), avec un portrait de Galois en héliogravure; 1897. 3 fr.

**HERMITE.** — *Œuvres de Charles Hermite*, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par EMILE PICARD, Membre de l'Institut. Volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I :** Volume de xl-500 pages, avec un portrait d'Hermite; 1905. 18 fr.

**TOME II :** Volume de vi-520 pages, avec un portrait; 1908. 18 fr.

**TOME III :** (Sous presse.)

**HUYGENS (C.).** — *Œuvres complètes de Christiaan Huygens*, publiées par la Société hollandaise des Sciences. 11 vol. in-4 (30-23).

*Correspondance.* — TOME I (1638-1656). — II (1657-1659). — III (1660-1661). — IV (1662-1663). — V (1664-1665). — VI (1666-1669). — VII (1670-1775). — VIII (1676-1684). — IX (1685-1690). — X (1691-1695). Chaque volume. 35 fr.

*Travaux mathématiques.* — T. XI (1645-1651). 20 fr.

**LAGRANGE.** — *Œuvres complètes de Lagrange*, publiées par les soins de J.-A. Serret et G. Darboux, Membres de l'Institut, sous les auspices du MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE. In-4 (28-23), avec portrait de Lagrange, gravé sur cuivre par Ach. Martinet. (OUVRAGE COMPLET.)

La I<sup>re</sup> Série comprend tous les *Mémoires* imprimés dans les *Recueils des Académies de Turin, de Berlin et de Paris*, ainsi que les *Pièces diverses* publiées séparément. Cette Série forme 7 volumes (TOMES I à VII; 1867-1877), qui se vendent séparément. 30 fr.

La II<sup>e</sup> Série se compose de 7 vol., qui renferment les *Ouvrages didactiques*, la *Correspondance* et les *Mémoires inédits*; savoir :

TOME VIII : *Résolution des équations numériques*; 1879. 18 fr.

TOME IX : *Théorie des fonctions analytiques*; 1881. 18 fr.

TOME X : *Leçons sur le calcul des fonctions*; 1884. 18 fr.

TOME XI : *Mécanique analytique*, avec Notes de J. BERTRAND et G. DARBOUX (1<sup>re</sup> PARTIE); 1888. 20 fr.

TOME XII : *Mécanique analytique*, avec Notes de J. BERTRAND et G. DARBOUX (2<sup>e</sup> PARTIE); 1889. 20 fr.

TOME XIII : *Correspondance inédite de Lagrange et d'Alembert*, publiée d'après les manuscrits autographes et annotés par LUDOVIC LALANNE; 1882. 15 fr.

TOME XIV et dernier : *Correspondance de Lagrange avec Condorcet, Laplace, Euler et divers Savants*, publiée et annotée par LUDOVIC LALANNE, avec deux fac-similés; 1892. 15 fr.

**LAGUERRE.** — *Œuvres de Laguerre*, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par CH. HERMITE, H. POINCARÉ et E. ROUCHÉ, membres de l'Institut. 2 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément.



TOME I : *Algèbre. Calcul intégral*; 1898.

15 fr.

TOME II : *Géométrie*; 1905.

22 fr.

**LAPLACE. — Œuvres complètes de Laplace**, publiées sous les auspices de l'ACADÉMIE DES SCIENCES, par les *Secrétaires perpétuels*, avec le concours de *H. Poincaré*, Membre de l'Institut, et de *A. Lebeuf*, Directeur de l'Observatoire de Besançon. Nouvelle édition, avec un beau portrait de Laplace, gravé sur cuivre par *Tony Goutière*. In-4. (28-23).

**TRAITÉ DE MÉCANIQUE CÉLESTE. Tomes I à V (1878-1882).**

Tirage sur papier de Hollande, au chiffre de Laplace (à petit nombre), 5 vol. in-4. 130 fr.

Tirage sur papier vergé, au chiffre de Laplace; 5 vol. in-4. 100 fr.

Les Tomes III, IV et V, papier vergé, se vendent séparément. 20 fr.

Les Tomes I à V, papier de Hollande, se vendent séparément. 26 fr.

**EXPOSITION DU SYSTÈME DU MONDE. Tome VI (1884).**

Tirage sur papier vergé, au chiffre de Laplace. 20 fr.

Tirage sur papier de Hollande, au chiffre de Laplace. 25 fr.

**THÉORIE DES PROBABILITÉS. Tome VII (1886).**

Tirage sur papier vergé fort, au chiffre de Laplace. 35 fr.

Tirage sur papier de Hollande, au chiffre de Laplace. 43 fr.

**MÉMOIRES DIVERS. Tomes VIII à XIV.**

**TOMES VIII à XII. — Mémoires extraits des Recueils de l'Académie des Sciences; 1891-1898.**

Tirage sur papier vergé fort, au chiffre de Laplace. Chaque vol. 20 fr.

Tirage sur papier de Hollande au chiffre de Laplace. Chaque vol. 25 fr.

**TOME XIII. — Mémoires extraits de la Connaissance des Temps; 1904.**

Tirage sur papier vergé fort, au chiffre de Laplace. 15 fr.

Tirage sur papier de Hollande, au chiffre de Laplace. 18 fr.

*Le TOME XIV et dernier (Mémoires extraits de divers Recueils) est sous presse.*

**RIEMANN. — Œuvres mathématiques de Riemann**, traduites par L. LAUGEL. Avec une Préface de CH. HERMITE et un Discours de FÉLIX KLEIN. In-8 (25-16), avec figures; 1898. 14 fr.

**ROBIN (G.)**, Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris. — **Œuvres scientifiques de Gustave Robin**, publiées sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Mémoires réunis et publiés par **LOUIS RAFFY**, chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris. 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**MATHÉMATIQUES** : *Nouvelle théorie des fonctions, exclusivement fondée sur l'idée de nombre*. Un volume; 1903. 7 fr.

**PHYSIQUE** : Un volume in-8 (25-16) en deux fascicules : *Physique mathématique*. (Distribution de l'Electricité, Hydrodynamique, Fragments divers). Un fascicule; 1899. 5 fr.

*Thermodynamique générale* (Équilibre et modifications de la matière). Un fascicule avec 30 figures; 1901. 9 fr.

# III. — BIBLIOTHÈQUE

DES

## ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES.

130 Ouvrages in-16 (19-12), ou in-8 (21-15).

(Voir le prospectus spécial.)

### DERNIERS OUVRAGES PARUS :

**Les Ballons-sondes et les ascensions internationales**, par W. DE FONVIELLE, précédé d'une Introduction par BOUQUET DE LA GRYE, Membre de l'Institut. 2<sup>e</sup> édition, avec 27 figures. 2 fr. 75 c.

**Les Recettes du distillateur**, par E. FIERZ. Traduit de l'allemand par E. PHILIPPI. 2 fr. 75 c.

**La Télégraphie sans fil**, par A. BROCA. 2<sup>e</sup> édition. 4 fr.

**Analyse électrochimique**, par EDG.-F. SMITH. Traduit de l'anglais par J. ROSSET. Avec 27 figures. 3 fr.

**Une langue universelle est-elle possible?** Exposé des moyens pour faire le choix et assurer le succès d'une langue scientifique et commerciale universelle, par L. LEAU. 1 fr.

**Leçons sur les moteurs à gaz et à pétrole** faites à la Faculté des Sciences de Bordeaux; par L. MARCHIS. Volume de L-175 pages, avec 19 figures. 2 fr. 75 c.

**Les Combustibles solides, liquides, gazeux. Analyse et détermination du pouvoir calorifique.** Traduit de l'anglais par J. ROSSET. Avec 15 figures. 2 fr. 75 c.

**Traité élémentaire des enroulements des dynamos à courant continu**; par F. LOPPÉ. Avec fig. et planches. 2 fr. 75 c.

**Le Radium et la Radioactivité. Propriétés générales. Emplois médicaux**; par P. BESSON. Avec 23 fig. 2 fr. 75 c.

**Rayons « N ».** Recueil des Communications faites à l'Académie des Sciences, par R. BLONDLOT. Avec figures et 1 planche écran phosphorescent. 2 fr.

**Introduction à la Géométrie générale,** par GEORGES LECHALAS, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Volume de ix-58 pages. 1 fr. 75 c.

**La Dominatrice du monde et son ombre.** Conférence sur l'énergie et l'entropie, par le Dr F. AUERBACH. Traduction par le Dr ROBERT TISSOT, et Préface de CH. ED. GUILLAUME. 2 fr. 75 c.

**La Construction des cadrans solaires.** Ses principes, sa pratique, précédée d'une Histoire de la Gnomonique, par ABEL SOUCHON. Avec figures et 2 planches. 2 fr. 75 c.

**Problèmes plaisans et délectables qui se font par les nombres,** par CLAUDE-GASPAR BACHET, sieur de Méziriac, 4<sup>e</sup> édition revue et simplifiée. Volume de vi-163 pages. 3 fr. 50 c.

**Le baromètre anéroïde,** par JULIEN LOISEL, Licencié ès sciences, Météorologiste à l'Observatoire de Juvisy. Volume de 24 pages avec 2 figures et 1 planche. 1 fr.

**Les procédés de commande à distance au moyen de l'électricité,** par R. FRILLEY. Volume de 183 pages, avec 94 figures. 3 fr. 50 c.

**Le transport à Paris des forces motrices du Rhône,** par E. BARTHÉLEMY, Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique. Brochure de iv-32 pages. 1 fr. 50 c.

**Soudure autogène et Aluminothermie,** par E. CHATELAIN, Licencié ès sciences, avec Préface de H. LE CHATELIER, Membre de l'Institut. Volume de x-172 pages, avec 48 figures. 3 fr. 25.

**La Chimie moderne,** par WILLIAM RAMSAY. Traduit par H. DE MIFFONIS. 2 volumes se vendant séparément.

I<sup>re</sup> PARTIE : *Chimie théorique.* Volume de iv-162 pages avec 9 figures. 2 fr. 75 c.

II<sup>e</sup> PARTIE : (Sous presse.)

# IV — BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

(DEMANDER LE CATALOGUE COMPLET.)

**Aide-Mémoire de Photographie**, publié depuis 1870 par C. FABRE. In-18, avec figures et spécimens.

Broché.... 1 fr. 75 c. | Cartonné.. 2 fr. 25 c.

**Balagny (G.)**. — *Monographie du Diamidophénol en liqueur acide. Nouvelle méthode de développement.*

In-16 (19-12) de VIII-84 pages; 1907. 2 fr. 75 c.

**Belin (Édouard)**. — *Précis de Photographie générale.* 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I.** Généralités, opérations photographiques. Volume de VIII-246 pages, avec 95 figures; 1905. 7 fr.

**TOME II.** Applications scientifiques et industrielles. Volume de 233 pages, avec 99 figures, et 10 planches; 1905. 7 fr.

**Berget (Alphonse)**, Docteur ès Sciences. — *La Photographie des Couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippmann*, 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue. In-18 (19-12) avec 22 figures; 1901. 1 fr. 75 c.

**Braun fils (G. et Ad.)**. — *Dictionnaire de Chimie photographique à l'usage des professionnels et des amateurs.* Un volume in-8 (25-16) de 546 p.; 1904. 12 fr.

**Colson (R.)**. — *La Photographie sans objectif au moyen d'une petite ouverture.* Propriétés, usage, applications. 2<sup>e</sup> édition, revue et augmentée. In-18 (19-12), avec planche spécimen; 1891. 1 fr. 75 c.

**Courrèges (A.)**, Praticien. — *Ce qu'il faut savoir pour réussir en Photographie.* 3<sup>e</sup> édition revue et corrigée. In-16 (19-12) de XIII-184 pages; 1907. 2 fr. 50 c.

— *Le portrait en plein air.* In-18 (19-12) avec figures et 1 planche en photocollographie; 1899. 2 fr. 50 c.

— *La reproduction des gravures, dessins, plans, manuscrits.* In-18 (19-12), avec figures; 1900. 2 fr.

— *Les agrandissements photographiques.* In-18 (19-12), avec figures; 1901. 2 fr.

**Coustet (E.).** — *Les Correctifs du développement.* In-16 (19-12) de vi-58 pages; 1907. 1 fr. 75 c.

**Cronenberg (Wilhelm),** Directeur de l'École de Photographie et de reproduction photographique de Grönenbach. — *La Pratique de la Phototypographie américaine.* Traduit et augmenté d'un *Appendice* par C. FÉRY, Chef des travaux pratiques à l'École de Physique et de Chimie industrielles. In-18 (19-12) avec 66 figures et 13 planches; 1898. 3 fr.

**Dallmeyer (Thomas R.),** Président de la *Royal Photographic Society.* — *Le Téléobjectif et la Téléphotographie :* Traduction française augmentée d'un appendice bibliographique; par L.-P. CLERC. In-8 (25-16) avec 51 figures et 11 planches; 1903..... 6 fr.

**Davanne (A.), Bucquet (M.) et Vidal (Léon).** — *Le Musée rétrospectif de la Photographie à l'Exposition universelle de 1900.* In-8 avec nombreuses figures et 11 planches; 1903. 5 fr.

**Dillaye (Frédéric),** *Principes et Pratique d'art en Photographie. Le Paysage.* In-8 (25-16), avec 32 figures et 34 photogravures de paysage; 1899. 5 fr.

**Draux (F.).** — *La Photogravure pour tous.* Manuel pratique. In-16 (19-12) de iv-68 pages; 1904. 1 fr. 50 c.

**Fabre (G.),** Docteur ès Sciences. — *Traité encyclopédique de Photographie.* 4 beaux volumes in-8 (25-16), avec plus de 700 figures et 2 planches; 1889-1891. 48 fr.  
*Chaque volume se vend séparément 14 fr.*

Des suppléments, destinés à exposer les progrès accomplis, viennent compléter ce Traité et le maintenir au courant des dernières découvertes.

I<sup>er</sup> Supplément (A). 400 p., avec 176 fig.; 1892. 14 fr.

II<sup>e</sup> Supplément (B). 424 p. avec 221 fig.; 1898. 14 fr.

III<sup>e</sup> *Supplément* (C). 424 p. avec 215 fig.; 1902. 14 fr.

IV<sup>e</sup> *Supplément* (D). 424 p., avec 151 fig.; 1906. 14 fr.

*Les huit volumes se vendent ensemble 96 fr.*

**Fabre (C.).** — *Traité pratique de Photographie stéréoscopique.* In-8 (25-16) de 207 pages avec 132 figures; 1906. 6 fr.

**Fourtier (H.).** — *Les positifs sur verre.* Théorie et pratique. Les positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires. Coloriage et montage. 2<sup>e</sup> édition. In-16 (19-12) de 188 pages, avec 12 fig.; 1907. 2 fr. 75 c.

**Klary, Artiste photograph.** — *Les portraits au crayon, au fusain et au pastel, obtenus au moyen des agrandissements photographiques.* Nouveau tirage (19-12); 1904. 2 fr. 50 c.

**Liébert (J.-A.).** — *La Photographie par les procédés pigmeutaires.* — *La Photographie au charbon par transferts et ses applications, contenant la description détaillée de toutes les opérations;* avec une Préface par A. LIÉBERT père. In-8 (25-16) de vi-283 pages, avec 20 figures et une épreuve au charbon hors texte; 1908. 9 fr.

**Londe (A.),** Chef du service photographique à la Salpêtrière. — *La Photographie instantanée. Théorie et pratique.* 3<sup>e</sup> édition entièrement refondue. In-18 (19-12) avec 65 figures; 1897. 2 fr. 75 c.

**Martel (E.-A.).** — *La Photographie souterraine.* In-16 (19-14), avec 16 planches; 1903. 2 fr. 50 c.

**Maskell (Alfred) et Demachy (Robert).** — *Le procédé à la gomme bichromatée ou photo-aquateinte.* 2<sup>e</sup> édition entièrement refondue In-16. (19-12) de 86 pages avec 3 figures; 1905. 2 fr.

**Mercier (M.).** — *Conseils aux amateurs photographes.* In-16 (19-12) de vi-144 pages; 1907. 2 fr. 75 c.

**Panajou,** Chef du Service photographique à la Faculté de Médecine de Bordeaux. — *Manuel du photographe amateur.* 3<sup>e</sup> édit., entièrement refondue et considérablement augmentée. In-16 (19-12), avec 63 fig.; 1899. 2 fr. 75 c.

- Piquepé (P.).** — *Traité pratique de la Retouche des clichés photographiques*, suivi d'une *Méthode très détaillée d'émaillage* et *Formules et procédés divers*. Nouveau tirage. In-16 (19-12) de 124 pages; 1906. 2 fr. 75 c.
- Puyo (C.).** — *Notes sur la Photographie artistique*. Texte et illustrations. Plaquette de grand luxe in-4 (32-25) contenant 11 héliogravures de DUJARDIN et 39 phototypogravures dans le texte; 1896. 10 fr.
- Sollet (Ch.).** — *Traité pratique des tirages photographiques*, avec une Préface de C. PUYO. In-16 (19-12) de VIII-240 pages; 1902. 4 fr.
- Trutat (E.).** — *Dix Leçons de Photographie*. Cours professé au Muséum de Toulouse. In-16 (19-12) avec figures; 1899. 2 fr. 75 c.  
— *Les tirages photographiques aux sels de fer*. In-16 (19-12); 1904. 1 fr. 25 c.
- Vallot (Henri)**, Ingénieur des Arts et Manufactures, et **Vallot (Joseph)**, Directeur de l'Observatoire du mont Blanc. — *Applications de la Photographie aux Levés topographiques en haute montagne*. Vol. in-16 (19-12) de XIV-237 p. avec 36 fig. et 4 pl.; 1907. 4 fr.
- Vidal (Léon)**, Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'Ecole nationale des Arts décoratifs. — *Traité pratique de Photochromie*. In-18 (19-12) avec 96 figures et 14 planches en couleurs; 1903. 7 fr. 50 c.
- Wallon (E.)**, Professeur de Physique au Lycée Janson de Sailly. — *Choix et usage des objectifs photographiques*. In-8 (19-12) avec 25 figures; 2<sup>e</sup> édition, 1903. Broché..... 2 fr. 50. | Cartonné toile anglaise. 3 fr.  
— *La Photographie des couleurs et les plaques autochromes*. Conférence faite devant la Société française de Photographie, le 27 juin 1907, suivie d'une *Notice sur le mode d'emploi des plaques autochromes*, par MM. LUMIÈRE. In-8 (25-16) de 40 pages; 1907. 1 fr. 50 c.



V. — JOURNAUX.

(Les abonnements sont annuels et partent de janvier.)

*Le prix des volumes complets déjà parus de chaque périodique est augmenté des frais de port (prix du colis postal suivant les pays).*

**ANNALES DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE** pour les Sciences Mathématiques et les Sciences physiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique par un Comité de rédaction composé des Professeurs de Mathématiques, de Physique et de Chimie de la Faculté. In-4 (28-23), trimestriel.

I<sup>re</sup> Série, 12 volumes in-4 (28-23) (années 1887-1898) se vendant ensemble. 240 fr.

Chacun des Tomes I à XII (1887-1898) séparément 20 fr.

II<sup>e</sup> Série, TOMES I à VII (1899-1905). Chaque année 25 fr.

*Prix pour un an (4 fascicules) :*

Paris. .... 25 fr.

Départements et Union postale. 28 fr.

**ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE**, publiées par les Facultés de Droit, des Sciences et des Lettres, et par l'Ecole de Médecine. In-8 (25-16).

*Prix de l'abonnement (3 numéros) :*

France..... 12 fr. | Étranger..... 15 fr.

Par exception, l'année 1889 ne comprend que les numéros du 1<sup>er</sup> juin et du 1<sup>er</sup> décembre; le prix de cette année est de 8 fr.

**ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS.** Météorologie. Chimie. Micrographie. Applications à l'hygiène.

Ces ANNALES, publiées sous la direction des chefs de service, paraissent régulièrement chaque trimestre par fascicule de 6 feuilles in-8 (25-16) avec figures et planches.

Les *Annales de l'Observatoire municipal* (*Observatoire de Montsouris*) forment la suite naturelle des *Annuaire*s parus de 1872 à 1900.

*Prix pour un an (4 fascicules).*

Paris.....15 fr. | Dép. et Union postale. 17 fr.

Le TOME I (1900) contient le résumé des travaux des années 1899-1900.

Les TOMEs II à IX contiennent le résumé des travaux des années 1901 à 1908.

Un fascicule spécimen est envoyé sur demande.

**ANNALES SCIENTIFIQUES DE L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE**, publiées sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique, par un *Comité de Rédaction composé des Maîtres de Conférences*. In-4 (28-23).

1<sup>re</sup> Série, 7 volumes, années 1864 à 1870. 150 fr.

2<sup>e</sup> Série, 12 volumes, années 1872 à 1883. 250 fr.

3<sup>e</sup> Série, les 10 volumes formant les années 1884 à 1893, ensemble. 200 fr.

— Les 10 volumes formant les années 1894 à 1903, ensemble. 200 fr.

La 3<sup>e</sup> Série, commencée en 1884, paraît, chaque mois, par numéro contenant 4 à 5 feuilles in-4, avec fig. et pl.

*On vend séparément.*

Chacune des années 1864 à 1870, 1872 à 1903. 25 fr.

Chaque année suivante..... 30 fr.

*Table des matières et noms d'auteurs* contenus dans les 2 premières Séries. In-4; 1887.. 2 fr.

*Table des matières et noms d'auteurs* contenus dans les Tome s I à X de la troisième Série (1884-1893). In-4; 1894. 1 fr.

*Table des matières et noms d'auteurs* contenus dans les Tome s XI à XX de la troisième Série (1894-1903). In-4; 1904. 1 fr.

*Prix pour un an (12 numéros) :*

Paris.. 30 fr. | Départements et Union postale. 35 fr.

**BIBLIOGRAPHIE SCIENTIFIQUE FRANÇAISE. —**

Recueil mensuel in-8 (25-16) publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique par le Bureau français du Catalogue international de la littérature scientifique.

La *Bibliographie* est partagée en deux Sections : 1<sup>re</sup> Section, *Sciences mathématiques et physiques*; 2<sup>e</sup> Section, *Sciences naturelles et biologiques*.

*Prix pour un an (12 numéros) :*

|   | Paris. | Départ.<br>et<br>Union post.<br>fr. |
|---|--------|-------------------------------------|
| 1 <sup>re</sup> Section (6 numéros par an) .... | 5,50   | 6,50                                |
| 2 <sup>e</sup> Section (6 numéros par an) ..... | 9,50   | 10,50                               |
| Les deux Séries réunies .....                   | 15 »   | 17 »                                |

*Le numéro double 1-2 de l'année 1902, qui contient la liste des périodiques avec leurs abréviations et la classification scientifique, se vend séparément.* 2 fr. 50 c.

**BULLETIN ASTRONOMIQUE**, publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : *H. Poincaré*, président, *G. Bigourdan*, *P. Puiseux*, *R. Radau* et *H. Deslandres*. In-8 (25-16), mensuel.

Ce **Bulletin mensuel**, fondé en 1884, forme par an un beau volume in-8 (25-16), avec figures et planches, de 30 à 35 feuilles.

Les dix premiers volumes (1884-1893) se vendent ensemble. 110 fr.

Les Tomes XI à XX (1894-1903) se vendent ensemble. 110 fr.

Chacun des Tomes I à XX (1884-1903) sauf le Tome XVI, 1899, séparément. 14 fr.

Chaque année suivante. 16 fr.

*Prix pour un an (12 numéros) :*

Paris..... 16 fr.

Départements et Union postale..... 18 fr.

## BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ELECTRICIENS.

Ce BULLETIN, fondé en 1884, paraît chaque année, en dix numéros, formant un beau volume de 30 feuilles environ, in-8 (29-19).

L'abonnement est annuel et part de janvier.

*Prix pour un an :*

Paris..... 25 fr.

Départements et Union postale..... 27 fr.

Prix du numéro : 2 fr. 50 c.

*Prix de chaque année depuis 1884..* 25 fr.

## BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE, publié par les Secrétaires. In-8 (25-16).

Ce *Bulletin*, fondé en 1873, paraît tous les trois mois; il forme chaque année un volume de 18 feuilles environ.

*Prix pour un an :*

Paris..... 15 fr.

Départements et Union postale..... 16 fr.

*Chaque année depuis 1873.....* 15 fr.

Table des Tomes I à XX (1873-1892). In-8 (25-16); 1894.  
1 fr. 75 c.

Table des Tomes XXI à XXX (1893 à 1902). In-8 (25-16); 1904.  
1 fr.

## BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE. — In-8 (25-16), bimensuel. (Fondé en 1855.) 2<sup>e</sup> SÉRIE.

**1<sup>re</sup> Série**, 30 volumes, années 1855 à 1884. 250 fr.

Chaque année de la **1<sup>re</sup> Série**, sauf le Tome I (1855) et les Tomes XVII à XXX (1871-1884). 12 fr.

Chaque numéro séparément..... 1 fr. 50 c.

Tables décennales par ordre de matières et par noms d'auteurs.

Tomes I à X (1855 à 1864)..... 1 fr. 50 c.

Tomes XI à XX (1865 à 1874)..... 1 fr. 50 c.

La 2<sup>e</sup> Série, commencée en 1885, a continué de paraître chaque mois par numéro de 2 feuilles jusqu'en 1891 et chacune des années séparées pendant cette période se vend 12 fr. — Depuis 1892, le *Bulletin* paraît deux fois par mois, et forme chaque année un beau volume de 30 feuilles avec planches spécimens et figures. Chaque Tome, à partir du Tome VIII (1892), se vend séparément. 15 fr.  
et les numéros séparés. 1 fr.

*Prix pour un an (24 numéros):*

Paris et Départements. 15 fr. | Etranger. 18 fr.

**BULLETIN DES SCIENCES MATHÉMATIQUES**, rédigé par *Gaston Darboux, E. Picard et Jules Tannery*. In-8 (25-16) mensuel. II<sup>e</sup> Série.

La 1<sup>re</sup> Série, Tomes I à XI, 1870 à 1876, suivie de la Table générale des onze années, se vend. 90 fr.  
Chaque année de cette 1<sup>re</sup> Série se vend séparément. 15 fr.

*Table générale des matières et noms d'auteurs* contenus dans la 1<sup>re</sup> Série. Grand in-8; 1877. 1 fr. 50 c.

La 2<sup>e</sup> Série, qui a commencé en janvier 1877, continue à paraître par livraisons mensuelles. Les 10 premières années de cette 2<sup>e</sup> Série (1877 à 1886) se vendent ensemble. 120 fr.

Les 10 années (1887-1896) se vendent ensemble. 120 fr.

Les 10 années (1897-1906) se vendent ensemble. 120 fr.

Chacune des 30 premières années de la 2<sup>e</sup> Série (1877 à 1906) se vend séparément. 15 fr.

Chaque année suivante. 18 fr.

*Prix pour un an (12 numéros):*

Paris..... 18 fr.

Départements et Union postale..... 20 fr.

La TABLE d'un des volumes du *Bulletin* est envoyée franco, comme spécimen, à toute personne qui en fait la demande par lettre affranchie.

**BULLETIN MENSUEL DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE DE FRANCE**, publié par E. MASCART, Directeur du Bureau Central Météorologique. In-4 (28-23) mensuel.

*Prix pour un an :*

Paris. 5 fr. | Départements et Union postale. 6 fr.  
Chaque année, depuis 1895. 5 fr.

**COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.** In-4 (28-23), hebdomadaire.

Ces **Comptes rendus** paraissent régulièrement tous les dimanches, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120.

*Prix pour un an (52 numéros et 2 Tables).*

Paris. 30 fr. | Départements. 40 fr.

Union postale. 44 fr.

La *Collection complète*, de 1835 à 1908, forme 147 volumes in-4 (28-23). 1840 fr.

*Chaque année*, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, se vend séparément. 25 fr.

*Chaque volume*, sauf les Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122 à 127, 130, 132, 134, 138, 141, se vend séparément. 15 fr.

— **Table générale des Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences**, par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs. 4 volumes in-4 (28-23) savoir :

*Tables des tomes 1 à 31 (1835-1850); 1853.* 25 fr.

*Tables des tomes 32 à 61 (1851-1865); 1870.* 25 fr.

*Tables des tomes 62 à 91 (1866-1880); 1888.* 25 fr.

*Tables des tomes 92 à 121 (1881-1895); 1900.* 25 fr.

**ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE (L').** — Revue internationale, paraissant tous les deux mois depuis janvier 1899, par fascicule de 80 pages in-8 (25-16), sous la direction de C.-A. Laisant et H. Fehr, avec la collaboration de A. Buhl et sous les auspices d'un Comité de patronage.

Abonnement : Union postale ..... 15 fr.  
Prix du numéro ..... 3 fr.

La collection des dix premiers volumes (1899 à 1908) ..... 120 fr.

Les Tomes I, III à IX sont en vente au prix de ..... 15 fr. l'un

**INTERMÉDIAIRE DES MATHÉMATICIENS** (L'), dirigé par *C.-A. Laisant*, Docteur ès Sciences, ancien Elève de l'Ecole Polytechnique, et *Emile Lemoine*, Ingénieur civil, ancien Elève de l'Ecole Polytechnique, avec la collaboration de *Ed. Maillet*, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique, et *A. Grévy*, Professeur au Lycée Saint-Louis (publication honorée d'une souscription du Ministère de l'Instruction publique). In-8 (23-14), mensuel.

*Prix pour un an (12 numéros) :*

Paris, 7 fr. — Départements et Union postale, 8 fr. 50 c.

Les Tomes I à X (1894-1903) se vendent ensemble. 60 fr.

Les Tomes II à XIII (1895-1907) se vendent chacun. 7 fr.

Le Tome I (1894) ne se vend pas séparément.

**JOURNAL DE CHIMIE PHYSIQUE.** Électrochimie, Thermochimie, Radiochimie, Mécanique chimique, Stœchiologie, publié par *PHILIPPE-A. GUYE*, Professeur de Chimie à l'Université de Genève, avec la collaboration de nombreux savants.

Cette publication paraît en huit ou dix numéros formant un volume annuel de 600 à 700 pages in-8 (25-16).

Prix de l'abonnement, pour toute l'Union postale. 25 fr.

Tomes I à V ensemble ..... 125 fr.

Chaque volume séparément ..... 30 fr.

**JOURNAL DE MATHÉMATIQUES PURES ET APPLIQUÉES**, publié par *CAMILLE JORDAN*, Membre de l'Institut, avec la collaboration de *G. Humbert*, *M. Lévy*, *E. Picard*, *H. Poincaré*. In-4 (28-23), trimestriel.

1<sup>re</sup> Série, 20 volumes, années 1836 à 1855 (au lieu de 600 francs). 400 fr.

2<sup>e</sup> Série, 19 volumes, années 1856 à 1874 (au lieu de 570 fr.). 380 fr.

3<sup>e</sup> Série, 10 volumes, années 1875 à 1884 (au lieu de 300 fr.). 200 fr.

4<sup>e</sup> Série, 10 volumes, années 1885 à 1894 (au lieu de 300 fr.). 200 fr.

5<sup>e</sup> Série, 10 volumes, années 1895 à 1904. 200 fr.

Chacune des années 1836 à 1878, 1880 à 1904 se vend séparément. 25 fr.

La 6<sup>e</sup> Série, commencée en 1905, se publie, chaque année, en 4 fascicules de 12 à 15 feuilles, paraissant au commencement de chaque trimestre.

*Prix pour un an (4 fascicules) :*

Paris..... 30 fr.

Départements et Union postale..... 35 fr.

— Table générale des 20 volumes de la 1<sup>re</sup> Série. In-4. 3 fr. 50 c.

— Table générale des 19 volumes de la 2<sup>e</sup> Série. In-4. 3 fr. 50 c.

— Table générale des 10 volumes de la 3<sup>e</sup> Série. In-4. 1 fr. 75 c.

— Table générale des 10 volumes composant la 4<sup>e</sup> Série, avec une Table générale des auteurs des 59 vol. des 4 premières séries (1836-1894). In-4 (28-23). 1 fr. 75 c.

**JOURNAL DE PHYSIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE**, fondé par *d'Almeida* et publié par *E. Bouty*, *Lippmann*, *L. Poincaré*, *B. Brunhes*, *Lamotte* et *G. Sagnac*, avec la collaboration d'un grand nombre de professeurs, et de physiciens. In-8 (25-16), mensuel.

Paris et Départements..... 17 fr.

Union postale..... 18 fr.



— **Table analytique et Table par noms d'auteurs des trois premières séries (1872-1901)** dressées par MM. E. BOUTY et B. BRUNHES, avec la collaboration de MM. BÉNARD, CARRE, COUETTE, LAMOTTE, MARCHIS, MAURAIN, ROY et SANDOZ. In-8 (25-16) 10 fr.

**MÉMORIAL DES POUDRES ET SALPÊTRES**, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES ET SALPÊTRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. In-8 (25-16).

Le *Mémorial* paraît sous forme de Recueil périodique, en deux fascicules semestriels, et forme, tous les deux ans, un beau volume de 18 feuilles environ, avec figures.

Collection des Tomes I à XIII (1883-1906) (*Rare.*)

Chacun des Tomes III, V à XIII se vend séparément. 12 fr.

Les Tomes I, II et IV ne se vendent pas séparément.

*Prix de l'abonnement pour un volume (4 fascicules) à partir du Tome XIV (1907-1908).*

Paris..... 8 fr.

Départements et Union postale.... 9 fr.

**NOUVELLES ANNALES DE MATHÉMATIQUES.** Journal des Candidats aux Écoles Polytechnique et Normale, rédigé par C.-A. LAISANT, Docteur ès Sciences, Professeur à Sainte-Barbe, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique, C. BOURLET, Docteur ès Sciences, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, et R. BRICARD, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique. In-8 (23-14) mensuel.

**1<sup>re</sup> Série**, 20 vol. in-8, années 1842 à 1861. 300 fr.

Les Tomes I à VII et XVI (1842-1848 et 1857) ne se vendent pas séparément. Les autres Tomes de la 1<sup>re</sup> Série se vendent séparément. 15 fr.

**2<sup>e</sup> Série**, 20 vol. in-8, années 1862 à 1881. 300 fr.

Les Tomes I à III, V et XIX (1862 à 1864, 1866, 1880) de la 2<sup>e</sup> Série ne se vendent pas séparément.

Les autres Tomes se vendent séparément. 15 fr.

**3<sup>e</sup> Série**, 19 vol. in-8, années 1882 à 1900. 285 fr.

Les Tomes I à XIX (1882 à 1900) de la 3<sup>e</sup> Série se vendent séparément. 15 fr.

La 4<sup>e</sup> Série, commencée en 1901, continue de paraître chaque mois par cahier de 48 pages au moins.

*Prix pour un an (12 numéros) :*

Paris.. 15 fr. | Départements et Union postale. 17 fr.

**REVUE ÉLECTRIQUE (La)**, publiée sous la direction de J. BLONDIN.

La *Revue électrique* paraît deux fois par mois, par fascicules de 32 pages in-4 (28-22). Elle forme par an 2 volumes de plus de 400 pages.

*Prix de l'abonnement (24 numéros) :*

|                    |              |
|--------------------|--------------|
| Paris.....         | 25 fr.       |
| Départements...    | 27 fr. 50 c. |
| Union postale..... | 30 fr.       |

Prix du numéro : 1 fr. 50 c.

Les TOME I à X (1904-1908) se vendent chacun 11 fr.

Les années 1904 à 1908 (10 volumes)

se vendent ensemble..... 90 fr.

**REVUE SEMESTRIELLE DES PUBLICATIONS MATHÉMATIQUES**, rédigée sous les auspices de la Société Mathématique d'Amsterdam. In-8 (25-16), paraissant en 2 fascicules (fondé en 1893).

*Prix pour un an :*

Paris, Départements et Union postale : 8 fr. 50 c.

Chacune des années antérieures, à partir de 1893 (sauf le Tome III). (Port en sus : 0 fr. 60 c.). 8 fr. 50 c.

## VI. — RECUEILS SCIENTIFIQUES.

**ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS**, publiées par M. *Maurice Lawy*, Directeur. **Mémoires**, TOME I à XXIV. In-4 (30-23), avec planches; 1855-1904.

Les TOME I à X, XII, XIII et XV à XXV se vendent séparément. 27 fr.

Le TOME XI (1876) et le TOME XIV (1877) comprennent deux *Parties* qui se vendent séparément. 20 fr.

Le TOME XXVI est *sous presse*.

**ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS**, publiées par M. *Maurice Lawy*, Directeur. **Observations** : In-4 (30-23).

TOME I à XXIV (Observations des années 1800 à 1829 et 1837 à 1869); chaque volume. 40 fr.

Années 1870 à 1891, 1897 à 1904. Chaque année. 40 fr.

Les observations des années 1892 à 1896 paraîtront ultérieurement.

**ANNALES DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE DE FRANCE**, publiées par A. *Angot*, Directeur.

*Depuis l'année 1886, les ANNALES DU BUREAU CENTRAL forment trois volumes par an :*

I. — **Mémoires**. In-4 (33-25) avec planches.

ANNÉES : 1886 à 1904. Chaque volume. 15 fr.

II. — **Observations**. In-4 (33-25).

ANNÉES : 1886 à 1906. Chaque volume. 15 fr.

III. — **Pluies en France**. In-4 (33-25). ANNÉES : 1886 à 1896. Chaque volume. 15 fr.

ANNÉES 1897 à 1906, avec 4 pl. chacune. Chaque volume. 10 fr.

*Table générale par noms d'auteurs des Mémoires contenus dans les TOME I à IV des ANNALES DU BUREAU CENTRAL MÉTÉOROLOGIQUE pour les 23 premières années (1878-1900).* Grand in-4 de 26 pages; 1903. 1 fr. 50 c.

**ANNALES DU BUREAU DES LONGITUDES.** Travaux faits à l'observatoire astronomique de Montsouris, et Mémoires divers. Volumes in-4 (28-23). — IV

- TOME I. In-4, avec une planche; 1877. 25 fr.  
 TOME II. In-4; 1882. 25 fr.  
 TOME III. In-4; 1883. 25 fr.  
 TOME IV. In-4; avec 2 pl.; 1890. 25 fr.  
 TOME V. In-4; avec 4 pl.; 1897. 25 fr.  
 TOME VI. In-4; avec 8 pl.; 1903. 25 fr.

**ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE BORDEAUX,** publiées par *Luc Picart*, Directeur de l'Observatoire. Volumes in-4 (28-23).

- TOME I, avec figures et planche; 1885. 30 fr.  
 TOME II, avec figures; 1887. 30 fr.  
 TOME III, avec 3 planches; 1889. 30 fr.  
 TOME IV à XIII; 1892-1907. Chaque volume. 30 fr.

**ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE TOULOUSE,** publiées par *B. Baillaud*, Directeur de l'Observatoire. Volumes in-4 (28-23).

- TOME I (travaux exécutés de 1873 à 1878). In-4 avec planche; 1880. 30 fr.  
 TOME II (travaux exécutés de 1879 à 1884). In-4; 1886. 30 fr.  
 TOME III (travaux exécutés de 1884 à 1897). In-4; 1899. 30 fr.  
 TOME IV (travaux exécutés de 1897 à 1900). In-4; 1901. 30 fr.  
 TOME V (travaux exécutés en 1900). In-4; 1902. 30 fr.  
 TOME VI. (Sous presse).  
 TOME VII. In-4; 1907. 30 fr.

**ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE NICE,** publiée sous les auspices du *Bureau des Longitudes*, par *A. Perrotin*, Directeur (FONDATION R. BISCHOFFSHEIM). Volumes in-4 (33-25).

- TOME I. Avec Atlas de 44 pl. sur cuivre; 1899. 40 fr.  
 TOME II. Avec 7 belles pl. dont 3 en couleur; 1887. 30 fr.

TOME III. Avec 1 pl. et Atlas contenant 17 belles planches (spectre solaire de M. Thollon); 1890. 40 fr.

TOMES IV à XI. 1895 à 1908. Chaque volume. 30 fr.

TOME XII. (Sous presse.)

TOME XIII (1<sup>er</sup> fascicule); 1908. 10 fr.

**ANNUAIRE** pour l'an 1910, publié par le Bureau des Longitudes, contenant les Notices suivantes :

*Notice sur la réunion du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel en 1909*, par B. BAILLAUD. — *Les marées de l'écorce et l'élasticité du globe terrestre*, par CH. LALLEMAND. — *Table des Notices de l'Annuaire du Bureau des Longitudes*, par G. BIGOURDAN.

In-16 (15-10) de plus de 800 pages.

Broché... 1 fr. 50 c. | Cartonné..... 2 fr.

Pour recevoir l'Annuaire franco ajouter 35 c.

**CATALOGUE DE L'OBSERVATOIRE DE BORDEAUX.**

— *Réobservation des étoiles comprises dans les zones d'Argelande entre  $-15^{\circ}$  et  $-20^{\circ}$  de déclinaison.*

In-4 (33-25) de (29)-187 pages; 1909. 30 fr.

**CATALOGUE PHOTOGRAPHIQUE DU CIEL** (*Demander la liste des Fascicules parus.*)

**CONNAISSANCE DES TEMPS** ou des mouvements célestes, à l'usage des Astronomes et des Navigateurs, pour l'an 1911, publiée par le Bureau des Longitudes.

In-8 (25-16) de viii-795 p., avec carte en couleur; 1909.

Broché... 4 fr. | Cartonné... 4 fr. 75 c.

Pour recevoir l'Ouvrage franco dans les pays de l'Union postale, ajouter 1 fr.

**EXTRAIT DE LA CONNAISSANCE DES TEMPS**, à l'usage des Écoles d'Hydrographie et des marins du Commerce, pour l'an 1910, publié depuis l'an 1889 par le Bureau des Longitudes. In-8 (25-16); 1909. 1 fr. 50 c.

**JOURNAL DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE**, publié par le Conseil d'instruction de cet établissement.

**I<sup>re</sup> Série**, 64 Cahiers in-4 (28-23), avec fig. et pl. 1000 fr  
*Table des matières et noms d'auteurs des 64 Cahiers de la I<sup>re</sup> Série.* In-4 (28-23); 1896. 3 fr

**II<sup>e</sup> Série.** Cahiers I à III, 1895 à 1897, chaque Cahier. 10 fr

IV<sup>e</sup> Cahier, 1898. 13 fr

V<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> Cahiers, 1900, 1901, chaque Cahier 10 fr

VII<sup>e</sup> Cahier, 1902. 12 fr

VIII<sup>e</sup> Cahier, 1903. 10 fr

IX<sup>e</sup> Cahier, 1904. 10 fr

X<sup>e</sup> Cahier, 1905. 10 fr

XI<sup>e</sup> Cahier, 1906. 11 fr

XII<sup>e</sup> Cahier; 1908. 11 fr

**OBSERVATOIRE DE MÉTÉOROLOGIE DYNAMIQUE DE TRAPPEZ.** — Travaux scientifiques publiés par L. TEISSERENC DE BORT. Volumes in-4 (33-25) se vendant séparément.

**TOME I.** *Etude internationale des nuages, 1896-1897. Observations et mesures de la France.* Volume de xvi 290 pages et 2 planches; 1903. 10 fr

**TOME II.** (En préparation.

**TOME III.** *Étude de l'atmosphère par sondages* (1901 1904). Volume de iv-50 pages; 1908. 10 fr

VII. — ENCYCLOPÉDIE

DES

TRAVAUX PUBLICS,

ET ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE,

PONDÉES PAR M.-C. LECHALAS,

Inspecteur général

des Ponts et Chaussées en retraite.

**ALHEILIG**, Ingénieur de la Marine, Ex-Professeur à l'Ecole d'application du Génie maritime, et **ROCHE** (Camillo), Industriel, ancien Ingénieur de la Marine. — **Traité des machines à vapeur**, rédigé conformément au programme du *Cours de machines à vapeur de l'Ecole Centrale*. Deux volumes in-8 (25-16), se vendant séparément. (E. I.)

**TOME I** : *Thermodynamique théorique et applications. La machine à vapeur et les métaux qui y sont employés. Puissance des machines, diagrammes indicateurs. Freins. Dynamomètres. Calcul et dispositions des organes d'une machine à vapeur. Régulation, épures de détente et de régulation. Théorie des mécanismes de distribution, détente et changement de marche. Condensation, alimentation. Pompes de service.* Vol. de xi-604 p., avec 412 fig.; 1895. 20 fr.

**TOME II** : *Forces d'inertie. Moments moteurs. Volants. Régulateurs. Description et classification des machines à vapeur. Machines marines. Moteurs à gaz, à pétrole et à air chaud. Graissage, joints et presse-étoupes. Montage des machines. Essais des moteurs. Passation des marchés. Prix de revient d'exploitation et de construction. Annexe : Note sur les servomoteurs. Tables numériques.* Volume de iv-560 pages, avec 281 figures; 1895. 18 fr.

**APPERT (Léon) et HENRIVAUX (Jules)**, Ingénieurs. — **Verre et verrerie.** In-8 (25-16), de 460 pages avec 130 figures et un Atlas de 14 planches in-4 (28-23); 1899. (E. I.). 20 fr

**BEAUVÉRIE (J.)**, Préparateur de Botanique générale. — **Le Bois.** *Structure. Composition et propriétés. La forêt. Abatage. Altérations. Conservation. Bois indigènes et exotiques. Le liège.* Avec une Préface de M. DAUBRÉE, Conseiller d'Etat, Directeur général de Eaux et Forêts au Ministère de l'Agriculture. Un volume en deux fascicules in-8 (25-16) de xi-1402 p., avec 485 fig. (E. I.), 1905. (Médaille de la Société nationale d'agriculture). 20 fr

**COLSON (C.)**, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Conseiller d'Etat. — **Cours d'Economie politique** professé à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées. Six Livres in-8 (25-16) se vendant séparément chacun 6 fr (E. T. P.).

LIVRE I : *Théorie générale des phénomènes économiques*. Volume de 450 pages. 2<sup>e</sup> édition; 1907.

LIVRE II : *Le travail et les questions ouvrières.* Volume de 344 pages; 1901.

LIVRE III : *La propriété des biens corporels et incorporels.* Volume de 342 pages; 1902.

LIVRE IV : *Les entreprises, le commerce et la circulation.* Volume de 443 pages avec un appendice; 1903.

LIVRE V : *Les finances publiques et le budget de la France.* Volume de 466 pages. 2<sup>e</sup> édition; 1909.

LIVRE VI : *Les travaux publics et les transports.* Volume de 528 pages; 1907.

SUPPLÉMENT ANNUEL AU LIVRE VI. Brochure in-8 (23-14) de 44 pages; 1909. 0 fr. 75

**CRONEAU (A.)**, Ingénieur de la Marine, Professeur à l'Ecole d'application du Génie maritime. — **Architecture navale. — Construction pratique des navires de guerre.** 2 volumes in-8 (25-16) et un Atlas de 11 planches (E. I.).



**TOME I : Plans et devis. — Matériaux. — Assemblages.**

**Différents types de navires. — Charpente. — Revêtement de la coque et des ponts.** Volume de 339 pages avec 305 figures et un Atlas de 11 planches in-4 doubles dont 2 en trois couleurs; 1894. 18 fr.

**TOME II : Compartimentage. — Cuirassement. — Pavois et garde-corps. — Ouvertures pratiquées dans la coque, les ponts et les cloisons. — Pièces rapportées sur la coque. — Ventilation. — Service d'eau. — Gouvernails. — Corrosion et salissure. — Poids et résistance des coques.** Volume de 616 pages, avec 359 figures; 1894. 15 fr.

**EHARME (E.), Ingénieur de la Compagnie du Midi, Professeur du Cours de Chemins de fer à l'Ecole Centrale, et PULIN (A.), Ingénieur des Arts et Manufactures, Inspecteur principal du Chemin de fer du Nord. — Chemins de fer. Matériel roulant. Résistance des trains. Traction.** Un volume in-8 (25-16) de xxii-441 pages, avec 95 figures et 1 planche; 1895 (E. I.). 15 fr.

**— Étude de la Locomotive. La Chaudière.** In-8 (25-16) de vi-608 p., avec 131 fig. et 2 pl.; 1900 (E. I.) 15 fr.

**— Étude de la Locomotive. Mécanisme. Châssis. Types de machines.** Un volume in-8 (25-16) de iv-712 p., avec 288 fig. et un atlas in-4 de 18 pl.; 1903 (E. I.). 25 fr.

**ENFER (J.), Architecte, Professeur à l'Ecole Centrale. — Charpenterie métallique. Menuiserie en fer et serrurerie.** 2 volumes in-8 (25-16). (E. T. P.)

**TOME I : Généralités sur la fonte, le fer et l'acier. — Résistance de ces matériaux. — Assemblage des éléments métalliques. — Chainages, linteaux et poitrails. — Planchers en fer. — Supports verticaux. — Colonnes en fonte. Poteaux et piliers en fer.** Volume de 584 pages et 479 fig.; 1894. 20 fr.

**TOME II : Pans métalliques. — Combles. — Passerelles et petits ponts. — Escaliers en fer. — Serrurerie : Ferrements des charpentes et menuiseries. — Paratonnerres. — Clôtures métalliques. — Menuiserie en fer. — Serres et vérandas.** Volume de 626 pages avec 571 figures; 1894. 20 fr.

- FABRE (C.)**, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. — **Les Industries photographiques**. Un volume in-8 (25-16) de 584 pages, avec 183 figures 1904. (E. I.) 18 fr
- FARGUE (L.)**, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite. — **Hydraulique fluviale. La forme du lit des rivières à fond mobile**. Volume in-8 (25-16) de iv-182 pages, avec 55 figures et 15 planches 1909. 9 fr
- FÉRET (R.)**, ancien Élève de l'École Polytechnique Chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées à Boulogne-sur-Mer. — **Etude expérimentale du Ciment armé**. Expériences. Théorie et calculs. Bibliographie du Ciment armé. Recherches annexées sur les diverses résistances des mortiers et bétons. In-8 (25-16) de vi-778 p. avec 197 fig.; 1906. (E. I.) 20 fr
- GESCHWIND (L.)**, Ingénieur-Chimiste, et **SELLIER (E.)** Chimiste, Lauréats des Chimistes de sucrerie et de la Société industrielle de Saint-Quentin. — **La betterave agricole et industrielle**. In-8 (25-16) de iv-668 p. avec 130 figures; 1902. (E. I.) 20 fr
- GOUILLY (Alexandre)**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Répétiteur de Mécanique appliquée à l'École Centrale. — **Éléments et organes des machines**. Un volume in-8 (25-16) de 406 p. avec 710 fig.; 1894. (E. I.) 12 fr
- GUÉDON (Pierre)**, Ingénieur, Chef de traction à la Compagnie générale des Omnibus de Paris. — **Traité pratique des Chemins de fer d'intérêt local et de Tramways**. In-8 de 393 pages avec 141 figures; 1901 (E. I.) 11 fr
- GUIGNET (Ch.-Er.)**, Directeur des teintures aux Manufactures nationales des Gobelins et de Beauvais; **DOMMER (F.)**, Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris, et **GRANDMOUGIN (E.)**, Ancien préparateur à l'École de Chimie de Mulhouse. — **Blanchiment et apprêts. Teinture**

**impression. Matières colorantes.** Un volume in-8 (25-16) de 674 pages, avec 345 figures et échantillons de tissus imprimés; 1895. (E. I.) 30 fr.

**HUBERT-VALLEROUX (P.),** Avocat à la Cour de Paris, Docteur en droit. — **Les Associations ouvrières et les Associations patronales.** (Cet Ouvrage a obtenu le premier prix au concours de *Chambrun* en 1898.) In-8 (25-16) de 361 pages; 1899. (E. I.) 10 fr.

**JOANNIS (A.),** Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris. — **Traité de Chimie organique appliquée.** (E. I.) 2 volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

**TOME I :** Volume de 688 p., avec fig.; 1896. 20 fr.

**TOME II :** Volume de 718 p., avec fig.; 1896. 15 fr.

**APPARENT (Henri de),** Inspecteur général de l'Agriculture. — **Le vin et l'eau-de-vie de vin. Introduction. Influence des cépages, des climats, des sols, etc., sur la qualité du vin. Le raisin, les vendanges, vinification, cuveries et chais. Le vin après le décuvage. Eau-de-vie. Économie et législation.** In-8 (25-16) de 542 pages avec 111 fig. et 28 cartes dans le texte; 1895. (E. I.) 12 fr.

**ECHALAS (Georges),** Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées. — **Manuel de droit administratif. Service des Ponts et Chaussées et des Chemins vicinaux.** 2 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément. (E. T. P.)

**TOME I :** *Notions sur les trois pouvoirs. Personnel des Ponts et Chaussées. Principes d'ordre financier. Travaux intéressant plusieurs services. Expropriations. Dommages et occupations temporaires.* Volume de CXLVII-536 p.; 1889. 20 fr.

**TOME II (I<sup>re</sup> PARTIE) :** *Participation des tiers aux dépenses des travaux publics. Adjudications. Fournitures. Régie. Entreprises. Concessions.* Vol. de 397 p.; 1893. 10 fr.

**— II<sup>e</sup> PARTIE :** *Principes généraux de police : Grande voirie. Simple police. Roulage. — Domaine public : Consistance et condition juridique. Délimitation. Redevances et perceptions diverses. Produits naturels. Concessions. Occupations temporaires.* Volume de IV-396 p.; 1898. 10 fr.

**LE VERRIER (U.)**, Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. — **Métallurgie générale**. Volumes in-8 (25-16) se vendant séparément.

— **Procédés de chauffage**. *Combustibles solides. Description des combustibles. Combustibles artificiels. Emploi des combustibles. Chauffage par l'électricité. Matériaux réfractaires. Organisation d'une usine métallurgique. Données numériques.* Volume de 367 pages avec 171 fig. 1902. (E. I.) 12 fr

— **Métallurgie générale. Procédés métallurgiques et étude des métaux**. *Minerais. Séchage. Calcination. Grillage. Opérations extractives. Fusion et affinage. Thermochimie. Installations accessoires. Essais mécaniques. Action de la chaleur. Métallographie. Alliages annexes.* Volume de 403 pages, avec 194 figures; 1902 (E. I.) 12 fr

**LÉVY-LAMBERT (A.)**, Inspecteur principal au Chemin de fer du Nord. — **Chemins de fer à crémaillère**. *Tracé. Types de crémaillères. Systèmes Riggenbach, Abt, Strub, Locher, etc. Matériel roulant. Traction électrique. Exploitation.* 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée. In-8 (25-16) de iv-479 pages avec 137 figures; 1902 (E. I.) 15 fr

**LORENZ (H.)**, Ingénieur, Professeur à l'Université de Halle. — **Machines frigorifiques**. *Production et applications du froid artificiel.* Traduit de l'allemand par P. PETIT, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, Directeur de l'Ecole de Brasserie, et J. JAQUET, Ingénieur civil. In-8 (25-16) de ix-186 pages, avec 131 fig. 1898. (E. I.) 7 fr

**MARTENS (A.)**, Directeur du Laboratoire royal d'essais de Berlin-Charlottenbourg. — **Traité des essais de matériaux destinés à la construction des machines**. *Méthodes, Machines, Instruments de mesure.* Traduit de l'allemand avec NOTES et ANNEXES, par PIERRE BREIL, Chef de la Section des Métaux au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers.

- ancien Directeur du Laboratoire d'essais de la C<sup>ie</sup> P.-L.-M. Grand in-8 (25-16) de 671 pages, avec 558 figures et atlas (25-16) de 31 planches; 1904. (E. I.) 50 fr.
- MASONI (U.)**, Directeur et Professeur de l'Institut d'Hydraulique à l'Ecole royale des Ingénieurs de Naples. — **L'énergie hydraulique et les récepteurs hydrauliques.** in-8 (25-16) de iv-320 pages, avec 207 figures; 1905. (E. I.) 10 fr.
- MEUNIER (Louis)**, Chef des travaux de Chimie à l'Université de Lyon, Professeur à l'Ecole française de Tannerie, et **VANEY (Clément)**, agrégé de l'Université, Docteur ès Sciences, Professeur à l'Ecole française de Tannerie. — **La Tannerie. Etude. Préparation et essai des matières premières. Théorie et pratique des différentes méthodes actuelles de tannage. Examen des produits fabriqués.** Volume publié sous la direction de LÉO VIGNON, Professeur à l'Université de Lyon, Directeur de l'Ecole de Chimie industrielle et de l'Ecole française de Tannerie. In-8 (25-16) de 648 pages avec 98 figures; 1903. (E. I.) 20 fr.
- MONNIER (D.)**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur, Membre du Conseil de l'Ecole Centrale. — **Electricité industrielle (Cours de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures).** 2<sup>e</sup> édition. In-8 (25-16) de viii-826 pages avec 404 figures; 1903. (E. I.) 25 fr.
- NI EWENGLOWSKI (Paul)**, Ingénieur du corps des Mines. — **Précis d'Electricité.** Volume in-8 (25-16) de ii-200 pages, avec 64 fig.; 1906. (E. T. P.) 6 fr.
- OCAGNE (Maurice d')**, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique. — **Cours de Géométrie descriptive et de Géométrie infinitésimale.** In-8 (25-16) de xi-428 p., avec 340 fig.; 1896. (E. T. P.) 12 fr.
- PÉRISSÉ (Lucien)**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Secrétaire de la Commission technique de l'Automobile-Club de France. — **Traité général des automobiles à pétrole.** In-8 (25-16) de iv-503 pages avec 280 figures; 1907. (E. I.) 17 fr. 50 c.

**ROUCHÉ (Eugène)**, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, Examinateur de sortie à l'Ecole Polytechnique, et **LÉVY (Lucien)**, Répétiteur d'Analyse et Examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique. — **Analyse infinitésimale à l'usage des ingénieurs.** 2 volumes in-8 (25-16), se vendant séparément. (E. I.)

TOME I : Calcul différentiel.

15 fr.

TOME II : Calcul intégral.

15 fr.

**ROUSSET (Henri)** et **CHAPLET (A.)**, Ingénieurs chimistes. — **Les Combustions industrielles. Le Contrôle chimique de la Combustion.** In-8 (25-16) de iv-263 pages, avec 68 figures; 1909. 8 fr.

**SCHÖLLER (A.)**, Ingénieur des Arts et Manufactures, Chef adjoint des services commerciaux à la Compagnie du Nord, et **FLEURQUIN (A.)**, Inspecteur des services commerciaux à la même Compagnie. — **Chemins de fer. Exploitation technique.** In-8 (25-16) de vii-408 p., avec 109 figures; 1901. (E. I.) 12 fr.

**TOLDT (Friedrich)**, Ingénieur, Professeur à l'Académie impériale des Mines de Léoben. — **Traité des Fours à gaz à chaleur régénérée. Détermination de leurs dimensions.** Traduit de l'allemand sur la 2<sup>e</sup> édition revue et développée par l'Auteur; par F. DOMMER, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris. In-8 (25-16) de 392 pages, avec 68 fig; 1900. (E. I.) 11 fr.

**VICAIRE (P.)**, Inspecteur général des Mines. — **Cours de Chemins de fer (Cours de l'Ecole nationale supérieure des Mines). Matériel roulant. Traction. Voie. Exploitation.** Rédigé et terminé par F. MAISON, Ingénieur au Corps des Mines. In-8 (25-16) de 581 pages, avec de nombreuses figures; 1903. (E. I.) 20 fr.

VIII. — ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE  
DES  
AIDE-MÉMOIRE.

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE M. LÉAUTÉ,

Membre de l'Institut.

---

COL. 2 COLLECTION DE VOLUMES IN-8 (19-12).

*Chaque volume est vendu séparément :*

broché..... 2 fr. 50 c. | Cartonné, toile anglaise. 3 fr.

*Le prospectus détaillé est envoyé franco sur demande.*

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique.

Elle embrasse le domaine entier des Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité, l'Art de l'Ingénieur, la physique et la Chimie industrielles, etc., jusqu'à l'Agronomie, la Biologie, la Médecine, la Chirurgie et l'Hygiène.

Chaque volume, signé d'un nom autorisé, donne, sous une forme condensée, l'état précis de la Science sur la question traitée et toutes les indications pratiques qui s'y rapportent.

La publication est divisée en deux Sections : Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste, qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec régularité de mois en mois.

Les Ouvrages qui constitueront ces deux Séries permettront à l'Ingénieur, au Constructeur, à l'Industriel, d'établir un projet sans reprendre la théorie; au Chimiste, au médecin, à l'Hygiéniste, d'appliquer la technique d'une réparation, d'un mode d'examen ou d'un procédé sans avoir à lire tout ce qui a été écrit sur le sujet. Chaque volume se termine par une Bibliographie méthodique permettant au lecteur de pousser plus loin et d'aller aux sources.

## DERNIERS VOLUMES PARUS.

## SECTION DE L'INGÉNIEUR.

- Révillon (L.), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Les aciers spéciaux* (36 fig.).
- Pujol (R.), Capitaine du Génie, Ancien Professeur adjoint du Cours de Construction de l'École d'application de l'Artillerie et du Génie. — *Maçonnerie. Les matériaux*.
- Minet (Ad.), Ingénieur. — *Les fours électriques et leurs applications* (2<sup>e</sup> édition).
- *L'Electrochimie. Production électrolytique des composés chimiques*. 2<sup>e</sup> édition (30 fig.).
- *L'Electrometallurgie. Voie humide et voie sèche*. 2<sup>e</sup> édition (13 fig.).
- Vulitch (Vl. de), Ancien Directeur de distilleries de goudron. — *Les produits industriels des goudrons de houilles et leurs applications* (5 fig.).
- Seyrig (T.), Ingénieur-constructeur. — *Statique graphique des systèmes triangulés*. 2<sup>e</sup> édition. I : *Exposé théoriques* (21 planches). II : *Exemples d'applications* (18 planches).
- Soliman (Georges), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Etirage. Tréfilage. Dressage des produits métallurgiques* (21 fig.).
- Sidersky (D.), Ingénieur chimiste. — *Polarisation et Saccharimétrie*. 2<sup>e</sup> édition revue et augmentée (40 fig.).
- Chaplet (A.), ancien Directeur d'usine, et Rousset (H.), Ingénieur chimiste. — *Les succédanés de la soie*. I. *Les soies artificielles*. II. *Le mercerisage et les machines merceriser* (24 fig.).
- Sidersky (D.), Ingénieur-chimiste. — *La consommation des chaudières à vapeur et l'économie de combustibles* (26 fig.).



**Hinard (G.)**, Chimiste. — *Analyse des laits et produits lactés* (6 fig.).

**Granderye (L.-M.)**, Docteur de l'Université, Ingénieur-chimiste, ancien Préparateur à l'Université de Nancy. — *Détermination des roches*.

**Pacoret (Étienne)**, Ingénieur civil. — *Calcul et construction des appareils de levage. Treuils et ponts roulants* (43 fig.).

**Pontio (Maurice)**, Chargé du contrôle chimique au Sous-Secrétariat des Postes et Télégraphes. — *Analyse du caoutchouc et de la gutta-percha* (11 fig.).

**Picou (R.-V.)**, Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Distribution de l'Electricité par installations isolées*. 3<sup>e</sup> édition (29 fig.).

**Sidersky (D.)**, Ingénieur-chimiste. — *La réfractometrie et ses applications pratiques* (39 fig.).

**Vermard (P.)**, Ingénieur des Constructions navales. — *Les Moteurs à gaz et à pétrole*. 4<sup>e</sup> édition entièrement refondue (22 fig.).

**Pêcheux (H.)**, Docteur ès sciences, Professeur à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers d'Aix. — *Le Pyromètre thermo-électrique pour la mesure des températures élevées* (28 fig.).

#### SECTION DU BIOLOGISTE.

**Lafont (P.)**, Ingénieur agricole. — *La lutte contre les insectes et autres ennemis de l'Agriculture*.

**Loverdo (J. de)**, Ingénieur, Licencié ès sciences, Ingénieur conseil en matières frigorifiques. — *Conservation par le froid des denrées alimentaires* (22 fig.).

**Merklen (D<sup>r</sup> Pierre)**, Médecin de l'hôpital Laënnec, et **Heitz (Jean)**, Ancien Interne des hôpitaux. — *Examen et séméiotique du cœur*. 3<sup>e</sup> édition entièrement refondue.

I : *Inspection, palpation, percussion, auscultation* (18 fig.).

II : *Le rythme du cœur et ses modifications* (28 fig.).

**Gautié (le Dr Albert)**, Licencié ès sciences, Préparateur à la Faculté de Médecine de Toulouse. — *Les théories et les nouvelles applications de la greffe* (70 fig.).

**Demmler (Dr A.)**, Membre correspondant de la Société de Chirurgie. — *La Chirurgie du champ de bataille, méthodes de pansement et intervention d'urgence, d'après les enseignements modernes.*

**Jacquet (Lucien)**, Médecin de l'hôpital Saint-Antoine, et **Ferrand (Marcel)**, Interne de l'hôpital Broca. — *Traitement de la syphilis.*

**Robert-Simon (Dr)**, Membre de la Société thérapeutique et de la Société de Médecine de Paris. — *Applications thérapeutiques de l'eau de mer.*

**Vinay (Ch.)**, Médecin des hôpitaux de Lyon. Professeur agrégé à la Faculté de Médecine. — *La ménopause.*

**Bordier (Dr H.)**, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon. — *Technique radiothérapique.*

**Hitier (Henri)**, Maître de Conférences à l'Institut national agronomique. — *Les céréales. Avoine et Orge* (43 fig.).

**Marie (Dr Auguste-Armand)**, Médecin des Asiles de Villejuif. — *La psychologie morbide collective.*

**Spindler (Dr Henri)**. — *Les amétropies et leur correction par les lunettes* (58 fig.).

(Septembre 1909.)







